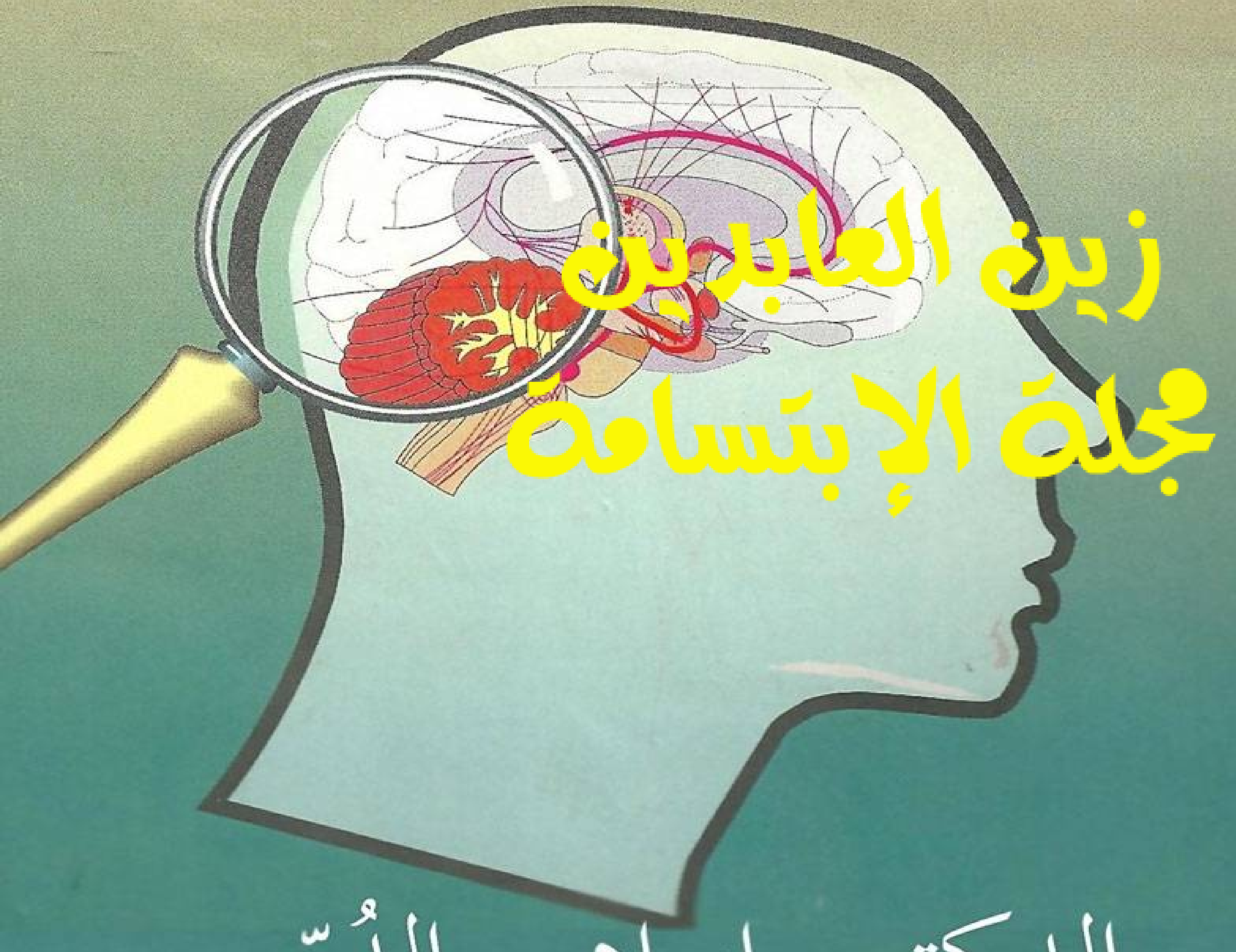
إعرف دماغك



الدكتور إبراهيم الدُرّ

بسم الله الرحمن الرحيم

اعرف دماغك

الدّليـلُ الـمُصَوَّر
إلَى الجهَاز العَصَبـيّ البَشَريّ

الدّكتور ابراهِيم فريد الدرُّ

الدار العربية للعلوم
Arab Scientific Publishers

الطبعة الأولى

1415 هـ - 1994م

الدار العربية للعلوم

Arab Scientific Publishers

بناية الريم – شارع ساقية الجنزير – عين التينة

هاتف: 861311 - 860138 - 811385

ص. ب: 13/5574 بيروت – لبنان

هاتف وفاكس دولي: 4782486 (212) 001

المحتويات

معاني الجهات والسطوح

تأخذ الجهات والسطوح اسماءها من محور الطول في الجسم، وعمّا اذا كان التوجه افقيا او عموديا. خير مثل هو المقابلة بين الحية الزّحّافة، والانسان المنتصب.

محور الطول للزاحف وما يدبُّ هو افقي. **البطن هو السطح الأسفل** (Ventral, Inferior). **الظهر هو السطح الاعلى** (Dorsal, Superior) الرأس هو المقدمة او الاول والامام (Rostral, Anterior). اما الذنب فهو المؤخرة (Caudal, Posterior).

اما الانسان المنتصب فمحور الطول عمودي. لذلك تنقلب الاسماء. **البطن هو الامام او المقدمة** (Ventral, Anterior). **الظهر هو الخلف او المؤخرة** (Dorsal, Posterior) **اعلاه** هو الرأس (Superior Rostral). **اسفله** هو (تحت) عند اخمص القدمين (Caudal, Inferior).

محاور قطع للجسم

المركزي: (Midsagittal) قطعٌ الى نصفين (شمال: يمين)

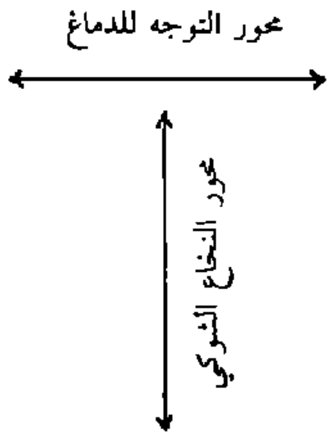
التاجي: (Transverse Coronal, Frontal) قطعٌ الى (امام: خلف)

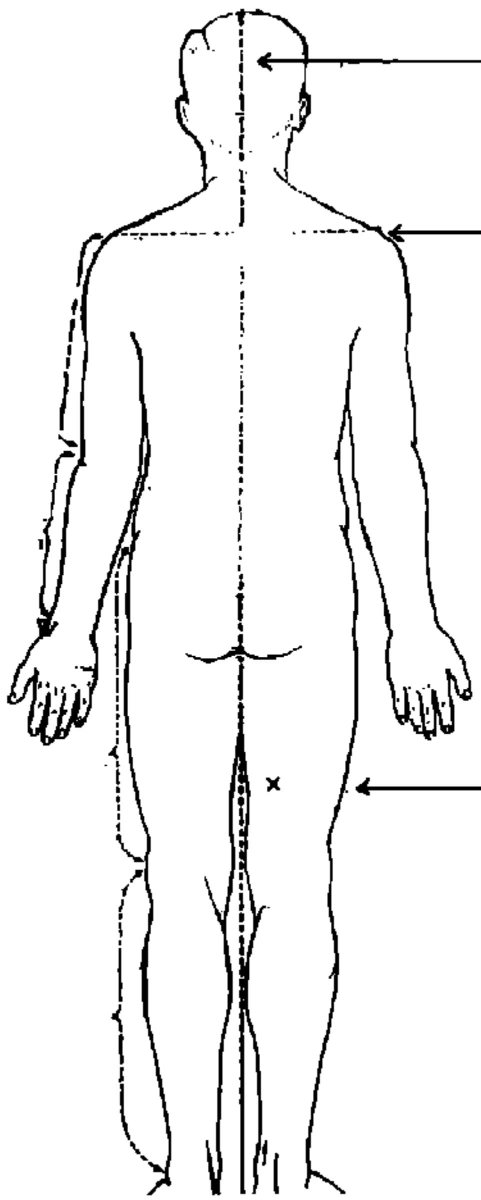
المعترض: (Horizontal) قطعٌ إلى (فوق: تحت) قطع افقي.

المركز هو محور النصف وهذا هو السطح او الخط الفاصل (Midline). المتوسط (Medial) هو ما قرب من الخط الفاصل. الجانبي (Lateral) هو ما ابتعد عنه.



حين نحدد سطوح جزء من الدماغ، علينا أولاً ان نحدد محوره العام. النخاع الشوكي مثلا، محور عمودي كجسم الإِنسان. والنخاع الشوكي عمودي لمحور الدماغ. اذن يخضع النخاع الشوكي لاوصاف الانسان، بينما تخضع اجزاء الدماغ غالبا لجهات الكائنات الدنيا. ظهر النخاع الشوكي هو خلفه. اما ظهر المهاد فهو اعلى سطوحه!





«المحاور والسطوح»

التاجي (امام: خلف) عمودي انما على زاوية قائمة للقطع المركزي، فيكون المعترض بمحوره الافقي على زاوية قائمة لكليهما. اي شيء او كيان او جسم تقطعه على تلك المحاور، ينطبق عليها الاسماء المذكورة.

مقدمة

هذا دليل مصوَّر ومشروح للدماغ خاصة، وللجهاز العصبي عامة. اكثر الصور تعطي القارىء التركيب الاساسي كما هو.

غاية الكتاب ايقاظ دماغ الناشىء واثارة اهتمامه بحقل علمي انساني جليل. وسيجد القارىء العام ايضا ما يفيده من معلومات، وكذلك الطلاب المتقدمون الذين لا يقومون بتشريحات عميقة او بدراسات معقدة في الجهاز العصبي. والكتاب مفيد كرفيق لمصنف سابق «**الأسس البيولوجية لسلوك الانسان ـ ابراهيم الدر**».

بينما لكل جهاز في الجسم شأن وجيه، إلاّ ان الجهاز العصبي يهيمن عليها كلها، لأنه وراء كل عملية حياتية، سواء حركات تبدو تافهة كتحريك مفصل في الاصبع، او اعمال جليلة كالخلق والابداع؛ سكينة النفس من انتظامه، وروعها من اضطرابه، السعي من عمله، والشلل من خلله. عنوان الانسان في دماغه.

الدماغ

الدماغ أعظم الأعضاء عملاً وأعجبها تركيباً. فيه تولد الفكرة الخلاقة والعاطفة النبيلة، ومنه ينطلق الخيال، وبه تنجلي الرؤية، وهو صاحب الحجة والبلاغة والبيان، فيه مراكز النوم واليقظة، وهو مصدر الوعي والحركة. وكذلك موطن الغريزة والذكريات. وهو الذي أسقط الحدود بين المادة والمجرد. به يشقى الانسان ويسعد، وبه الدنيا تساد، وهو غاية العلماء وكل صاحب عقيدة ومذهب وهوى. لم يعرف الانسان خزانة الجمجمة الا من عهد قريب، وما زال فيها ما يُعجزه.

لا عجب ان وُضِع الدماغ في حرز حريز يقيه شر الضربات والصدمات

الخارجية. ولم يُعزَل الدماغ عن الخارج فحسب، بل قام بينه وبين الدم حاجز يمنع التوازن الكيميائي الشامل بين الدماغ وبقية أعضاء الجسم وما فيه. لا ينفذ من الدم الى الدماغ الا قليل من المواد، لكن الدماغ يصب في الدم نفاياته ومواد غريبة عنه. ولا يتم هذا الكيان العازل الا بعد خمس سنوات من الولادة، فيكون دماغ الوليد معرضاً لأخطار كيميائية الى أن يكتمل نمو هذا الحاجز.

[ومن غرائب الدماغ اعتماده على السكر كغذاء، مع انه يستطيع ان يحرق مواد اخرى. لذلك فان نقصا في سكر الدم يلقي الانسان رأسا في غيبوبة، ان طالت لربما يخرج منها معتوها او لا يخرج. فما هو ذلك السر المغلق الذي يجعل من السكر خارج الدماغ وعيا وفكرا في داخله؟.]

ان الدماغ يختلف عن بقية الاعضاء لاحتوائه خلايا مختلفة التركيب والعمل. ومع هذا يُفرض عليها التعاون والتنسيق لتقوم نهائيا بعمل واحد قد يكون في التحليل النهائي ما هو الاصلح للبقاء.

اهمية الجهاز العصبي العام: الدماغ جزء من الجهاز العصبي العام، ولا يوجد في المخلوقات كلها، وتتفاوت اشكاله بحسب ارتقاء الكائنات، الى ان يصل الدماغ اعلى المراتب ويقوم بأجلّ الاعمال في الانسان.

بحواسها تلتقط المخلوقات انواعا من الاحاسيس القريبة كاللمس، او البعيدة كالبصر. وبعضلاتها تسعى الى تحقيق حاجاتها ورغباتها، لكن الاحاسيس تبقى بلا معنى ولا تصبح معلومات، ولا تستطيع المخلوقات السعي ما لم يفسر الدماغ الاحاسيس، ثم يصدر الاوامر ليكون السعي (الاستجابة) ملائما للحس (المنبه). اذن، التعاون الكامل الشامل بين اجزاء الجهاز العصبي العام يحفظ للمخلوق كيانه ووحدته، فلا عجب اذا تغلغلت الخلايا العصبية في الجسم كله وتشابكت اوتارها.

السلوك كله لا يستقيم الا بعمليات تصوغها الآليات العصبية والكيماوية فيتعلم المخلوق، ويختبر ويتذكر ويسعى. قبل أن يتصرف المخلوق يكون قد قام بعمليات كثيرة منها:

1 ـ تجميع المعلومات عن المحيط وما فيه، وعن حالة الجسم الداخلية والخارجية بواسطة لواقط حسية نسميها الحواس. اللواقط الحسية تستجيب

لمؤثرات ميكانيكية وضوئية، وكيماوية وحرارية فتحولها كلها الى نبضات كهربائية. الدماغ لا يفهم الا لغة الكهرباء، والدماغ يستعمل رموزا لحفظ المعلومات، ولا نعرف كيف يُحوِّل الدماغ نبضات كهربائية سارية الى رموز مخزونة ابدا.

2 ـ ضبط وتنسيق المعلومات الواردة الى الدماغ: الاعصاب تنقل المعلومات. اما ترتيبها واعادة توزيعها ضمن الشبكة العصبية المعقدة فلا يتم اولا الا في المحطات العصبية التي تعمل كحلقات وصل بين الاعصاب. هذه المحطات «تدرس» النبضة وتبوبها، فإما ان تكون ملائمة لمعلومات اخرى فيُسمح لها بالمرور بواسطة تفاعلات كيمياوية، ثم تُنقل الى ممرات عصبية جديدة الى مركزها النهائي، وإما ان تمحى فلا يشعر الجسم بها.

3 ـ تفسير المعلومات وتقرير السلوك الملائم واختزان المعلومات هي وظائف الدماغ. الهرمونات وكيماويات اخرى تؤثر في الدماغ احيانا فيشتركان معاً في صياغة السلوك.

4 ـ الحركة والتحرك والسعي بواسطة العضلات بعد صدور الامر من الدماغ لينسجم التصرف والحس. تشترك في هذه العمليات ايضا خلايا تسمى الجهاز العصبي المستقل.

لا يفرض الترتيب المذكور التسلسل كما هو، فالحيوانات تسعى فطرة لاكتشاف الجديد من غير طلب لحاجة. تسعى اولا ثم تتعلم فيكون هذا هو حب الاستطلاع.

مهما تتنوع اجزاء الجهاز العصبي العام تبقى الخلية العصبية ركن هذا الجهاز وقوامه. كل الكائنات الحيوانية تحظى بخلايا عصبية او اجهزة بحسب تقدمها، ما عدا الاسفنج، وطفيليات مثل الأميبا.

اشكر الآنسة ناديا بحوث لمراجعة المخطوطة.

تاريخ الدماغ

مقتطفات

أؤمن ان الدماغ هو سيد الاعضاء، فالعين والاذن واللسان والاطراف، كلها تأتمر بأمره.. وأُؤكد ان الدماغ هو مقر الوعي...

ـ لكن أكثر الذين جاءوا بعد ابقراط لم يعتقدوا ذلك، فاهمل الانسان دماغه حتى القرن السادس عشر بعد الميلاد..! ولم يؤخذ العلماء بعظمة الدماغ حتى القرن العشرين...

وقبل ان يهتدي الانسان الى دماغه استعمل كلمات كثيرة هي حقاً من صفات الدماغ: الفكر، المخيلة الخاطر. أما العقل والنهي والحجر، فكلها تدل على صفة الانسان في تعقله او عقله عن الشر، والنهي عنه، اما الحجى فهو النطق بالحجة! صحيح اننا نستعمل العقل لندل على الدماغ لكن نعرف ان العقل هو «حال» من التوازن بين الفكر والعاطفة كما يظهر في صاحب الخلق الكريم او الشخصية السوية.

صراع القلب والدماغ:

تاريخ الدماغ هو صراع الانسان المتبصر المتعبد مع نفسه من يوم ان وعى وأراد ان يعرف من هو، وما معنى وجوده، وما صلته بالخالق. أقام النفس او الروح حاجزاً عازلاً بينه وبين غيره من المخلوقات. حار الانسان وداخ حين أخذ يسأل ويفتش عن النفس، خفق قلبه واضطربت أحشاؤه حين خاف أو غضب. وأحب أو كره، فظن ان قلبه أو بطنه مقر عواطفه. غير ان فئة قليلة من البشر نادت بأن الرأس هو مقر الفكر والحس، وهكذا بدأ نزاع بين الدماغ والقلب دام حتى القرن العشرين!.

صعب على الانسان القبول بالدماغ كسيد للأعضاء، وهو كتلة رمادية رخوة، لا تنبض ولا تتحرك، بينما رأى الانسان ان القلب يضخ الدم فتسري الحياة في البدن، وتبشر أصواته بإستمرارها، وبنبضاته ينبيء الأطراف بحالته. أما صمته فهو النذير بإنطفاء شعلة الحياة، وأدرك الانسان ان حركة قلبه تدله على شعوره كما تدله على حياته. طعنة في القلب تقتل، وصدمة في الرأس لا تقتل، فلا عجب إذا تشبث الانسان بقلبه، ونسج حوله أدباً عالمياً رائعاً.

لم تصلنا صور للدماغ، هذا إذا رسمه الاقدمون. أما أقدم صورة هي تلك الموجودة في مخطوطة يونانية مؤرخة 1152م. (انظر الصورة).

وبعد ان شاهد الانسان كتلة الدماغ الرمادية، قال انها مقر الروح الشهوانية والحيوانية. ولم يعلم ان هذه الكتلة هي خلايا الدماغ الجليلة.

ثم بدأ الانسان يهتم بحجم الجمجمة ويقيسها ليحدد مواهبه وشخصيته ومزاجه (فراسة الدماغ). وأخيراً اهتدى الانسان الى دماغه وان بقيت بعض اعماله وصفاته سراً مغلقاً إلى الآن.

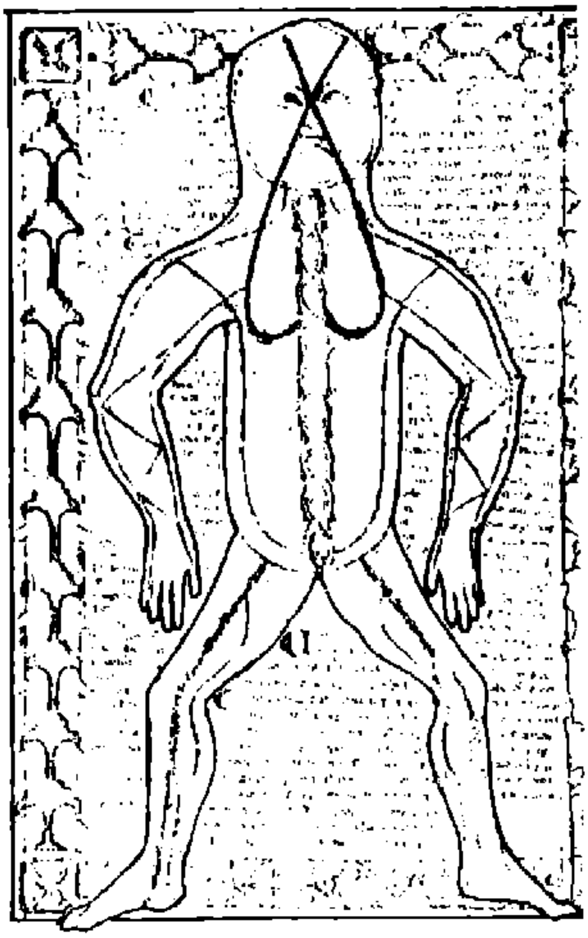
الفراعنة والدماغ:

وردت كلمة «دماغ» لأول مرة خلال التاريخ المسجل، في احدى الأوراق الهيروغليفية الفرعونية المعروفة باسم «ادوين سميث بابايروس الجراحية» التي يرجع محتواها الى سنة (3000 ـ 2500) قبل الميلاد. كانت هذه المخطوطة بين آلاف الأوراق المكدسة في نيويورك، . حتى نبشها ثانية المؤرخ برستد حوالي عام 1920، ولقد ذكرها في كتابه عن مؤسس علم الآثار المصرية، جين فرنسوا شامبوليون المتوفي عام 1832.

قبل إكتشاف هذه الوثيقة لم يعرف علماء اليوم شيئاً يذكر من طب الفراعنة، فاعتبروه ضرباً من السحر والطلاسم، انما بعد ان تم فك رموزها ظهرت الوثيقة مرجعاً تشريحياً ضخماً للهيكل البشري، ووظائف أعضاء الجسم. نرى فيها حسن التبويب ودقة الوصف والتصنيف.

من أبواب هذه الوثيقة (الحالة رقم 6 في صدمات الرأس): فيه وصف الدماغ

وسطحه المتعرج بثناياه وطياته وأغشيته (السحايا). لاحظوا نبض الدماغ وغلافه وسوائله الممزوجة بسوائل النخاع في سلسلة الظهر. ثم تذكر الوثيقة بعمق أعمال الجهاز العصبي، وأثر الدماغ في حركات الأطراف، فتربط بين الشلل وعطب الدماغ، وتحدد الطرف المتأثر بحسب مواقع العطب في الدماغ. بعدئذ تتوجه الوثيقة الى خلل الحس والحركة من صدمات تضرب فقرات الرقبة. وتسجل ما لا يستطاع شفاؤه من صدمات في الجمجمة إذا ما سحقت أجزاء من الدماغ.



اول صورة مرسومة للجهاز العصبي عند الانسان. مأخوذة من مخطوطة مؤرخة عام 1152. من مكتبة بودليان في اكسفورد. تظهر الصورة عصبين واردين الى الدماغ وصادرين من العمود الفقري على مستوى القلب. يبدو الحول في العينين ولربما كان المريض يشكو من رؤية الأشياء مزدوجة، لعدم وجود احد الأعصاب لعضلات العين الجانبية.

القلب رمز الحياة:

إلا ان علماء الفراعنة لم يمنحوا الدماغ ما منحوه للقلب من مراكز الفكر والنيات. صمت الدماغ جعل منه عضواً غير ذي شأن في رأي الانسان لأجيال طويلة. فلا عجب إذا لم يحنطه المصريون ظناً منهم ان تاريخ الانسان قائم في القلب النابض صاحب الصوت المسموع. سماه المصريون «كا» وجعلوه كياناً قائماً

بذاته ممثلاً للروح، وصانعاً للأحلام والوعي. وفي الديانات القديمة كان وجود القلب ضرورة لدخول الانسان الى الحياة الخالدة، ذلك ان لا حياة على الأرض بلا قلب، فكيف يكون بعث في غيابه!.

طور المصريون حنوطاً خصوصية لحفظ القلب، وغلفوه بصلوات وشعائر لطرد الأرواح الشريرة التي تريد سرقته أبداً، وسجلوا التعاويذ التي يجب تلاوتها عند البعث ليعود القلب نابضاً. كل الصلوات مكرسة «لكيلا يخسر الانسان قلبه في عالم الخلود». وكانوا يكتبون تعليمات للراحل كيف يمسك رمز القلب بيديه ويضمه الى صدره حين يواجه الآلهة، ويصلي «لا تجعلني أفقد قلبي...» عند وصول الراحل الى «هيئة القضاة برئاسة الهة الحق (مات)» كانت تبدأ طقوس معقدة، كأن يسمع القضاة ما يقوله الراحل عن أعماله، ثم يقوم اثنان وأربعون مساعداً ليزنوا قلبه مقابل «ريشة الحق»، فإذا كان قلبه أخف وزناً ثبتت طهارته وحظي بلقاء أوزيريس رب الآخرة. أما إذا ثقلت موازينه يهجم رب الفناء على القلب فيلتهمه وهكذا يمسي رب الفناء عدوه (أي القلب عدو صاحبه).

كان يدرك القدماء ان «القلب ينسى» او خلق وفيه «آلة النسيان»، وإلا كيف يستطيع صاحبه ان يلتذ بحياته إذا كانت اعماله سيئة. لهذا كان كهنة المصريين يحضرون الطلاسم والصلوات لكيلا يشهد القلب ضد صاحبه (لا تشهد ضدي يا قلبي...، يا من وهبتني إياه أمي لأحيا... ولا تكن خصمي قدام حافظ الميزان...».

اليونانيون والدماغ:

لم يتقدم تاريخ الدماغ كثيراً بتسلم اوائل اليونانيين زمام العلم لأسباب كثيرة، فالعلم آنذاك لم يكن محصوراً في نهج أو كيان كما هو اليوم. كل ذي بلاغة وذكاء نطق بما شاء وكيفما شاء من غير تجربة ولا برهان. لا بل كان العمل دون مقام الحكماء والفلاسفة، والتشريح ممنوع والإختبار محتقر. ومما أعاق تفهم الدماغ انشغال الانسان الواعي بالتبصر في الروحانيات وظنه أن شؤون الغيب تعالج بالمنطق، فارتبك بين الأمور المحسوسة وغير المحسوسة. ولا يخفى على القارىء ان بعض جوانب هذه الأمور ما زالت الى اليوم من شجون الانسان. المهم ان

دماغ الانسان بقي عضواً مغموراً منذ القرن السادس قبل الميلاد، ولم يقبل سواد العلماء أو الحكماء بنظريات الأقلية التي اعتبرت الدماغ سيد الأعضاء.

من هذه الأقلية فيثاغوروس (580 ـ 500) ق.م. الذي أسس مدرسة في كروتونا (ميناء في منطقة كالابريا، جنوب ايطاليا). عزا فيثاغوروس الى الدماغ قوة النفس العاقلة. ولعل القارىء يذكر ان الحكماء قسموا النفس الى: العاقلة والشهوانية والروح. والنفس العاقلة هي الفكر وبها يتوجه الانسان الى الله والتبصر. ثم جاء تلميذه الكميون (535) ق.م. فربط بين الحس والدماغ، وقال ان الدماغ هو مركز الحس ومقر الفكر. غير ان آراء هذه المدرسة لم تعمر طويلا، فاندثرت الى ان أحيتها مدرسة الاسكندرية بعد زمن طويل.

إزدهر في القرنين الخامس والرابع ثلاث مدارس: مدرستان طبيّتان وجارتان في جزر الخليج التركي، اما الثالثة فكانت مدرسة الفلسفة في اثينا. ولربما يذكر القارىء (ابيقراط) المعروف بوالد الطب الذي عاش وعلم في جزيرة كوس (تواجه الشاطىء الجنوبي الغربي لتركيا). اما افلاطون وتلميذه ارسطو طاليس فهما من مدرسة اثينا. لا نعرف كثيرا عن ابيقراط (460 ـ 370) ق.م، بالرغم مما ينحل اليه من مصنفات وأقوال، لكنه كان طبيباً مشهوراً زار اثينا وغيرها، وقدم الى العلماء كثيراً انما لا نستطيع التيقن مما قدمه هو وما قدمه غيره. المهم انه أصبح رمز الطب وممثلاً لآراء المدارس الطبية، ولقد شددت مدرسة ابيقراط على الفصل بين الفلسفة والطب، ولربما قام أعضاء المدرسة بقليل من التشريح أو العمليات الجراحية فنقرأ لأبيقراط قوله ان جرحاً في الشق الشمالي من الدماغ يسبب تشنجات في الطرف اليميني من الجسم، وتنعكس الصورة إذا كان الجرح في الشق اليميني...

الصرع والدماغ:

لا بد من القول بأن البحث في النفس والروح ارتبط بملاحظات الانسان حول الأمراض العقلية او ما سمي آنذاك بالأرواح الشريرة. المصروع هو انسان مأخوذ بالروح، والصرع سمي (المرض المقدس)، وهذا ايضا اسم أحد الكتب المنحولة الى ابيقراط، ويرجح ان كاتبه أحد معاصري سقراط المتوفي 399 ق.م.

نقرأ في ذلك الكتاب وصفا جميلاً لوظائف الدماغ: «... على الانسان ان يعلم ان من الدماغ فقط تنشأ أحاسيس اللذة، والفرح والضحك، والهزل، ومنه نشعر بأحزاننا وأوجاعنا واغتمامنا، وبكائنا. وبه نفكر، ونبصر ونسمع، ونميز القبيح من الجميل، والطالح من الصالح... الدماغ يجعلنا أسرى الجنون والهذيان، ويوحي إلينا بالخوف والفزع... يولد الأرق والقلق، والوهم والذكر والنسيان... كل ما نقاسيه، حتى الجنون، هو من الدماغ...»

لا يحسبن القارىء ان وصف ابيقراط يعني انه ربط بين تلف مادة الدماغ نفسها والمرض العقلي، فالأسس المادية او العضوية للأمراض لم تكن تخطر على بال أحد. بل أراد ابيقراط ابعاد السحر والخرافات حول أسباب الأمراض. ان وصف ابيقراط للصرع كمرض مقدس يدل على ايمانه بوجود قوة ما تضرب سوائل الجسم فيجن الانسان او يمرض. وجود القوة الحيوية السارية في الجسم (النفث) بقيت مسيطرة حتى دمرها باستور في اواخر القرن التاسع عشر للميلاد. ولم يستقر رأي الانسان في شأن الدماغ والأمراض العقلية والنفسية إلا حين بدأ جرسنجر (1817 ـ 1868م) بتشريح دقيق أثبت خلاله ان مرجع بعض الامراض العقلية هو عطب في بعض أجزاء الدماغ. ومن هنا بدأ العلماء بتفهم الأسباب الفيسيولوجية للأمراض العقلية وغيرها...

أرسطو والدماغ:

أما مدرسة اثينا فكانت ردة علمية عانى الانسان والعلم ظلامها طويلاً. نفى صاحبها افلاطون (429 ـ 347) ق.م. أية علاقة بين الدماغ والحياة النفسية للانسان. إذ جعل للبشر نفساً بثلاثة أنواع ذكرناها سابقاً. لكن افلاطون أبقى للدماغ «... قوته المولدة لحواس الشم والسمع والبصر والذاكرة والفكر»، وإن بقي هذا المعلم حائراً فأضاف ان القلب أو البطن هما مقر العواطف. ولا نلومه في ذلك، فالانسان حين تمتلكه العواطف يشعر بخفقان القلب واضطراب الامعاء! حتى مدرسة ابيقراط نادت بأن القلب مسؤول عن الحركات غير الطوعية (القلب والأحشاء) أما الدماغ فهو مسؤول عن الحركات الطوعية (الأطراف).

لكن الضربة القاضية على الدماغ جاءت من صاحب المنطق والمعلم الأول

ارسطو طاليس (384 ـ 322) ق.م. الذي ثار على أقوال معلمه ونقضها، شأنه مع كل عالم قال شيئا معقولاً. صحيح ان أرسطو صنع المنطق، لكنه أسرف في السفسطة حتى أَسَفَّ، واحتقر الحجة بالبرهان والتجربة حتى قال أشياء مضحكة جداً، كقوله ان للمرأة ستة وعشرين سناً.

كان الدماغ من أعظم ضحايا ارسطو، إذ جرده من وظائفه المعروفة آنذاك، وجعل القلب مركز الفكر. أما الدماغ فما هو إلا جهاز لتبريد الدم. الدماغ بارد والدم من القلب ساخن، وهكذا يهيمن القلب على كل شيء. لربما لا نستغرب ان الصراع بين القلب والدماغ دام طويلاً. ذلك ان الانسان أحس بالقلب الخافق في صدره، وأيقن ان سكوت هذا العضو يعني الموت، وشعر ان قلبه يضطرب إذا أحب أو خاف أو غضب، وسنعود الى علاقة الدماغ بالقلب وغيره في مكانه.

مدرسة الاسكندرية: أول كيان علمي جليل

بعد وفاة الاسكندر (323 ق.م.) ثارت اثينا على المقدونيين وطردت ارسطو، واقتسم العسكر مملكة الاسكندر، فاستقلت الاسكندرية عن اليونان. وسرعان ما نشأت مدرسة طبية جديدة عام 322، وازدهرت بسرعة مذهلة، وأصبح للاسكندرية مكتبة عظيمة فيها 700,000 مخطوطة.

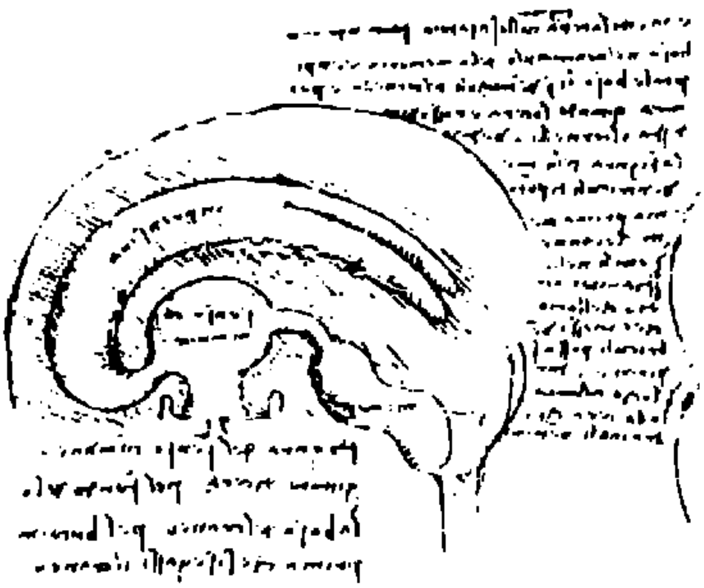
إعتمدت مدرسة الاسكندرية تشريحاً منظماً للجثث البشرية، ويبدو ان القانون أجاز تشريح الجناة! (ان كثيراً من المصطلحات المستعملة اليوم في نظام التشريح قد جاء من تلك المدرسة). ظهر حوالي عام 300 قبل الميلاد أعظم جراح من هذه المدرسة اسمه هيروفيلوس المولود في تركيا على ضفاف البوسفور. مآثر هذا المشرح غطت كل أعضاء الجسم. وما زال اسمه على بعض أجزاء هذه الأعضاء، كما ان بعض الأعضاء تحمل الأسماء التي استعملها. شرح الدماغ بدقة، وأثبت ان جرحاً في التجويف الرابع للدماغ يسبب الموت.

هيروفيلوس يربط الوعي بالدماغ:

أثبت هيروفيلوس ان الدماغ مركز الوعي، وأظهر الأعصاب وأثبت انها منحدرة من الدماغ، وميز بين أعصاب الحس وأعصاب الحركة، ثم نقل الى

الأعصاب الوظائف المنسوبة الى الشرايين، بهذا كله حسم الجدل حول القلب والدماغ، وأعاد للدماغ حقه بالحس والفكر، والهيمنة على الجسم كله. لم تصلنا كل أعمال هذا الجراح العظيم، لكن ما بقي من أعماله أبقاه بين الخالدين..

بينما انتقل الثقل الحضاري الى الاسكندرية أخذ الاتحاد اليوناني يتفتت حتى قضت روما الناشئة عليه وخسرت اليونان استقلالها عام 146 قبل الميلاد. لم يكن الفكر الشغل الشاغل لروما بل الغلبة والقهر، ونضبت مصادر العلم فلم يتجدد فيه شيء، واكتفى الناس بمراجعة أعمال ارسطو وتجميعها بعد 200 سنة من وفاته. وهكذا يكون القهر الروماني قد بعث ارسطو الذي هيمن بالعنفوان المقدوني خلال حياته. أما دخول النصرانية فكان له شأن خطير لم يظهر إلا بعد أجيال، ولا مجال لبحث هذا الموضوع الآن. المهم ان البحث في شؤون الدماغ لم يتوقف وان كان غثّاً، والمواقف لم تتبدل كثيراً، فمدرسة الاسكندرية ما زالت تدعم مكانة الدماغ، وتبث آراءها بواسطة تلاميذ يأتونها من الشرق والغرب. روفس في بدء القرن الثاني ميلادي يدرس تشريح الدماغ ويعود الى افسس في تركيا ليعلم غيره.



الصورة من أعمال ليوناردو، تظهر التجاويف الثلاثة

ليوناردو دافنشي أول مشرح للدماغ في عصر النهضة (القرن الخامس عشر) يقدم صورة صحيحة للتجاويف، ويستعمل الشمع ليصنع قالباً يبين التشريح الباطني للدماغ.

جالن والدماغ:

وفي هذا القرن يهيمن جالن (129 ـ 199م) رجل ذو عزم وجد، يحض على التجارب والاختبار، ويعمل بهذا النهج، فاستحق لقب مؤسس الفيسيولوجيا التجريبية. صنف كثيراً وهيمنت كتبه في الطب حتى صنف ابن سينا (980 ـ 1037) القانون فحل محله. كان جالن طبيب الأباطرة وجراحاً للمصارعين في روما عام 157م، وبقي مدة طويلة هناك. أيقن جالن بأن الدماغ هو مركز الذكاء والحس، فسماه «الملك الكبير»، وبيَّن الظواهر العقلية لمادة الدماغ. اسمعه يقول «. . .إذا جرحت السحايا او ضغطتها فقد الحيوان حركته. . . ولقد سمحت لشخص بأن يضغط القلب حتى بملقط الحداد فلم يُحدث ضغط القلب في الحيوان ما أحدثه ضغط الدماغ». السحايا هي الأغشية الثلاثة التي تتخلل أجزاء الدماغ ثم تحيط به فتغلفه. ثم أثبت ان الدماغ مصدر الأعصاب الحسية والحركية الى الأطراف. وميز جالن بين المخ (القشرة الدماغية، وأهم وأعلى أجزاء الدماغ) وبين المخيخ، ونادى بهذه الوحدة في التركيب علماء مدرسة الاسكندرية. واستشهد جالن بأثر اللحوم والخمر في الانسان ليدل على ان الخلل والأمراض ينشأ من علل طبيعية.

العرب تعيد الى الدماغ مكانته:

بعد جالن قام نيميسيوس (390) اسقف حمص في سوريا بتطوير نظرية الدماغ كمقر للروح وصفاتها من خيال وفكر وذاكرة، وأسهب في كتابه (الطبيعة الانسانية) شرح مناطق الدماغ التي تقوم بالتخيل والتفكر والتذكر. ومن حمص الى بغداد حيث نجد (المقالات العشر في العين لأسحق بن حنين) في القرن التاسع، فيكتب في المقالة الثانية (في طبيعة الدماغ ومنافعه):

«. . . ان الدماغ هو ابتداء الحس والحركة الإِرادية والسياسية. والفعل الذي يفعله الدماغ بآلته هو الحس والحركة الإِرادية. . . أما السياسة فانه يفعلها بنفسه. . . والسياسة تعم ثلاثة أشياء: التخيل والفكر والتذكر. . . فالتخيل يكون في مقدمة الدماغ، والفكر في وسطه والذكر في مؤخره. . .» ويربط ابن حنين بين الدماغ والعين فيوضح الصلة بينهما قائلا: «. . . يجب على من أراد معرفة طبيعة العين ان يكون بطبيعة الدماغ عالماً، إذ كان مبدؤها منه، ومنتهى فعلها يرجع اليه. . .».

إذن أعاد علماء الشرق من الدينين السماويين الى الدماغ اعتباره واعتبروا أمراض النفس من اضطراب أخلاط (سوائل) الدماغ في تجاويفه، فالصرع مثلاً ينشأ بإستنزاف الدماغ من أخلاطه وتراكمها في الدم.

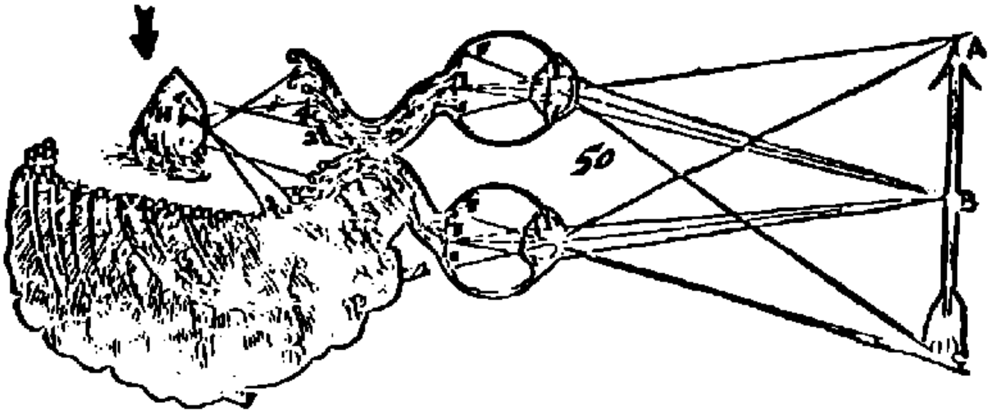


نادى العرب بالتجاويف الثلاثة في الدماغ. الأول يتسلم الأخلاط والأرواح القادمة الى الدماغ. الوسط مقر المنطق والفكر. أما المؤخرة فهي مخزن يصدّر منه الأرواح والقوى المحركة للعضلات بواسطة الأعصاب.

بينما كان الشرق يشع بعلومه كانت اوروبا غارقة في عصورها المظلمة. وبعد ان وهنت الحضارة العربية بالغزو المنغولي خلال القرن الثالث عشر، لم يتجدد في العلم شيء يذكر، وخلال الفتن والحروب اندثر العلم إلا ما سلم منه في كتب عربية نقلت الى اللغة اللاتينية، فسيطرت حتى القرن السادس عشر. في هذه المدة أخذ العثمانيون يهيمنون، وتحولت كتب يونانية الى اوروبا، التي كانت قد بدأت تنهض من جهلها، بينما أخذ الظلام يطبق على الشرق، إلا ان نهضة اوروبا كانت نكسة للدماغ، إذ خسر هذا العضو مقامه كصاحب للفكر والحس والأمر بالحركة، وما استعاد مكانته حتى مطلع القرن والعشرين!

تشريح ورسم للدماغ (فيزاليوس):

إمتاز القرن السادس عشر ببدء التشريح ورسم الصور الدقيقة للأعضاء المشرحة، وكان البلجيكي اندرياس فيساليوس (1514 ـ 1564) سيد التشريح في النهضة الجديدة. شرّح هذا الجراح الأعضاء، واستعان بصديقه الفنان جان فان كالكار ليرسم الصور.



ديكارت ومفهومه لمقر الروح. الغدة الصنوبرية (السهم) هي الغدة الآمرة والمهيمنة على الجسم، وهي في الانسان أيضاً مقر الروح.

ولقد نشر فيساليوس موسوعته الضخمة (نسج الجسد البشري) وعمره 28 سنة، وجاءت تحفة علمية وفنية. لكن فيساليوس لم يطور مفهوم الدماغ ولم يؤمن ان عمل الدماغ من مادته، واعتقد ان القلب هو مركز الأعصاب، وكان هذا موقف جامعة بادوا المشهورة عام 1603. ولا ينبغي ان ننسى ليوناردو دافنشي الذي ترك صوراً جميلة للدماغ. مما زاد من تراجع مكانة الدماغ ظهور العبقري ديكارت (متوفي 1650) الذي ارتكب الخطأ الذي ارتكبه ابن سينا من قبل، ألا وهو محاولة تفسير عقائد الإيمان والشؤون الروحية تفسيراً علمياً او عقلانياً. قال ديكارت: بينما الحيوان جسد والجسد آلة تتحرك كأي آلة، فإن الانسان كيان خارج عن الآلية إذ يستمد نشاطه الذهني من قوة خارجة، وجعل ديكارت الغدة الصنوبرية (غدة معلقة بالدماغ إلاّ أنها ليست منه) مقر الروح ومركز الأمر. نتج من ذلك إحجام سواد العلماء عن دراسة الدماغ البشري، بينما عالجوا الحيوان كآلة فشرّحوه ودرسوه، إلا فئة قليلة عالجت دماغ الانسان مثله مثل دماغ الحيوان. ومن الطريف أن الكاهن ستيفن هيلز دمر نظرية ديكارت حين أثبت أن بعض الحركات تصدر من النخاع الشوكي، ولا علاقة بالغدة أو الدماغ في ذلك. وأثبت فون هلموت معاصر هارفي أن لا مسالك بين الأحشاء والدماغ، وهكذا سقطت النظريات القديمة القائلة بأن أبخرة الأعضاء تؤثر في الدماغ فيتغير مزاج الانسان. ومن الذين ثبتوا آلية الدماغ العالم الشاب جون لوك الذي أدرك ديكارت في شيخوخته.

إذن كان القرن السابع عشر عصر الظلام بالنسبة لمفهوم الدماغ وإن كان هذا

القرن عصر التقدم للعلوم الطبيعية بظهور كبلر وجاليليو ونيوتن. ولم يستفد العلماء من اكتشاف المجهر في هذا القرن إلا في أواخره حين استطاع مارسيلو مالبيجي (متوفي 1694) من وصف البناء الخفي (النسج) للدماغ فوصف التركيب الباطني للدماغ، وأثبت ان الأعصاب تمتد من الخلايا في الدماغ، ومنه تنحدر الأعصاب لتتغلغل في الجسم كله. وتم المفهوم الكامل لنسج الدماغ بتطوير الصبغات على يدي جولجي عام 1894 وكاهال (1905) أعظم العلماء الذين حللوا نسج الدماغ.

بدء العمل العلمي حول الدماغ:

امتاز القرن الثامن عشر بعمالقة التشريح الذين حددوا معالم الدماغ الظاهرة وميزوا الأعصاب ورقموها، فالجراح الإِيطالي انطوان سكاربا (1752 ـ 1832) اكتشف أعصاب الشمّ والسمع، وشرح أعصاب القلب والعين فمهدت هذه الأعمال لإِكتشافات خطيرة في وظائف الدماغ.

من أعظم الفتوحات في القرن التاسع عشر هو عمل الجراح الفرنسي بروكا (1824 ـ 1880) حين حدد عام 1861 منطقة الدماغ التي تصوغ الكلام وتأمر بالنطق، وما زالت تحمل اسمه حتى اليوم. ولا حاجة بنا الى ما تبع ذلك من فتوحات حددت عمل كل منطقة في الدماغ، ومن الطريف ان سيد الجراحين فيكتور هورسلي (1857 ـ 1916) صاحب الفتوحات الكثيرة طلق الدماغ وهو في ذروة مجده العلمي والتحق بالسياسة وعمره خمسون عاماً.

وتميزت تلك المدة بعمليات جراحية على دماغ ضحايا الحروب فقرن العلماء بين بعض الأمراض والمنطقة المعطوبة بالدماغ، وهناك أيضاً ملاحظات حول نشأة بعض الاضطرابات العقلية من تلف في مادة الدماغ نفسها وهكذا أيقن الانسان ما لدماغه من وظائف جليلة.

منتصف القرن التاسع عشر هو حقاً نقطة الانطلاق لمفهومنا الحديث للدماغ. داروين بنظريته يشجع دراسة الأعضاء ومقابلتها بعضاً ببعض، في سائر الكائنات بما فيها الانسان، باستور يدمر فكرة النفث ويعزز وجود علل طبيعية للظواهر المرضية، ويستغل العلماء تقنية جديدة هي الكهرباء.

الكهرباء لغة الدماغ:

في عام 1745 إستطاع العلماء خزن الشحنات الكهربائية في وعاء ليدن، فمهد هذا الاكتشاف لدخول الكهرباء عالم الفيسيولوجيا. وبعد عشر سنوات استطاع كالديني تحريك أطراف الحيوان بعد إهاجة الدماغ بالكهرباء وبانتهاء القرن الثامن عشر كان وجود الكهرباء أو توليد التيارات الكهربائية في الجسم، واستجابة الأطراف للتيارات أموراً معروفة بعد الجدل الشهير بين عملاقي الكهرباء جالفاني وفولتا. ثم أدرك العلماء ان السرعة المذهلة للحس هي من سرعة التيار الكهربائي الناقل للحس. وفي عام 1870 اثبت العالمان فريتش وهيرتزغ وجود مراكز الحركة في قشرة الدماغ، وبعد ذلك بأربع سنوات تمكن ريتشرد كاتن من اثبات وجود موجات كهربائية مولدة في الدماغ. ولقد كان اختياره لدماغ الأرنب موفقاً ذلك ان جهاز الرصد المستعمل ما كانت قوته لتقيس الموجات في دماغ حيوان آخر. المهم ان العلماء أدركوا ان الكهرباء هي لغة الدماغ، وبها «يتفاهم» مع الجسم. وكان العلم سينتظر حتى عام 1930 ليطور تقنية الكهرباء، ليثبت وجود موجات كهربائية في الدماغ البشري.

بالمنافذ الكهربائية الدقيقة بالجراحة المتطورة استطاع العلماء تحديد المراكز التي تأمر بحركة كل عضلة في الجسم، والمراكز التي تجعلك تشعر باللذة، والتي تجعلك تأكل ولو كنت شبعاً او تمتنع عن الماء ولو كنت ظمآن حتى الموت، والمراكز التي تستعيد بها ذكريات الماضي، والمراكز التي تجعلك تخاف وتغضب (مراكز العاطفة والشعور).

بعد ان محص العلماء في كل خلية وخططوا الدماغ، وجدوا ان مراكز الحركة والحس ومقر الحواس كلها لا تشغل إلا ثلث الدماغ. أما الثلثان الباقيان فهما مقر العمل المذهل الذي يفرق بين الانسان والحيوان. هنا مراكز صياغة الأفكار والخيال والربط الشامل بين المحسوس وغير المحسوس. ما بين فلقة الجبين وفلقة الهامة من الدماغ توجد مراكز التعلم التي تجعل الانسان يسخر طاقاته للخلق والابداع أو التدمير والافناء، بحسب ما يختبره في طفولته لتربيته ونشأته. لعل أعظم إكتشاف في مجال الدماغ هو يقين العلماء بأن الطفل يولد بدماغ منفتح، باستثناء بعض القدرات الفطرية التي تولد معه. وهذا يعني ان الانسان لا يولد

بطبيعة معينة من خير او شر، بل هو ما تفعله فيه أقوال وأفعال من حوله.

معضلات قائمة

ولا بد من التذكير بظواهر شغلت الانسان طويلاً، مثل الجدل حول الوعي والارادة. روسو أوهم الانسان انه مطلق الحرية. الثابت ان الانسان حر لكن ما ليس بثابت هو مجال حريته، فلا نعلم يقيناً مدى إرادتنا. أما الوعي فلا نعرف حتى الآن أساسه الفيسيولوجي، ولا نعرف له مقراً في الدماغ، إنما هذا لا ينفي ان الوعي ناشىء من عمليات فيسيولوجية، وان مسألة العقدة الثنائية التي خلقها ديكارت هي من أوهام الانسان. تلك العقدة التي فصلت بين ما هو مادي وما هو مجرد. لا نستطيع تفصيل هذه المسألة هنا، إنما يكفينا تذكير القارىء ان ما يسمى «مجرد» يكون أحياناً صفة ملازمة لتفاعلات مادية، والضوء في ابسط صوره جسم ومجرد ذلك انه موجة ومادة، ثم انه بعد اكتشاف اينشتين لمعادلة المادة والطاقة، وبعد نظرية «فقدان اليقين» التي أثبتها هايزنبرغ، أصبح البحث في هذه العقدة جدلاً عقيماً.

الانسان والحيوان قادران على نقل المجرد (فكر) الى حركة مادية، إنما لا نعرف كيف. خير مثل على ذلك حركة الأصابع في اليد. مراكز الأمر بالحركة وممراتها العصبية معروفة في الانسان. لكن كيف وأين تتبلور «الارادة أو الأمر بالتحريك» الى حركة؟ القط يداعبك ويخفي مخالبه، وينشبها أحيانا. الأمر بالتنفيذ معضلة جليلة. ثم انك لا تقدر على تحريك أصابعك فحسب، بل تستطيع اصدار أمر بحركات مرتبة مثل الابهام اولاً والسبابة ثانياً، أو غير ذلك. ونستطيع التخطيط للقيام بحركات منسقة كما تفعل في عمليات المهارة اليدوية. هذه كلها أمور ينتقل فيها المجرد (فكر) الى مادة (حركة). وعسى ان يدلنا العلم قريباً الى هذا السر المغلق.

عودة الى القلب

القلب يفضح الدماغ: ظنوا ان القلب هو مصدر العاطفة وظنوه متقلباً كما قال عمرو بن أبي ربيعة:

لكن الصحيح هو ان الفكر والعاطفة هما من الدماغ، وهو المتقلب.

وليس أصدق من القلب والعين اللذين يفضحان غدر الدماغ وما ينويه. القلب هو الشاهد الخصم على الانسان ودماغه. بعد ان خسر القلب وظائف الفكر والخيال والعاطفة، بقي خير دليل الى صدق الانسان، ولم يجد علماء القرن العشرين إلا هذا العضو ليفضحوا تضليل الدماغ، فاخترعوا (البوليغراف) جهاز الكشف عن الكذب. يقيس به العلماء اختلاف نبضات القلب وتغيرات فيسيولوجية أخرى عندما يربطون الجهاز الى المتهم، ويفاجئونه بأسئلة لإِرباكه، ولا ينجو من هذا الجهاز إلا القليل!

الباب الأول

الخلية العصبية NEURON

تركيب الخلية:

النسج العصبي خلايا كالأخطبوط، حساسة، يقظة، تستجيب للمؤثرات الخارجية (مُنَبّه مُحَرِّض) كاللون، والصوت، والرائحة والمذاق، وتحس الوزن والضغط واللمس، والألم، وموقع الاعضاء ووجهتها وحركاتها، وتتأثر بتغيرات باطنية كارتفاع كمية السوائل في الجسم، او انخفاضها. توجد في النسج العصبي خلايا غير عصبية كالخلايا الغروية وخلايا شْوانْ (راجع الصور) للخلية العصبية **جسم يمتد غشاؤه الى وتر او اكثر.**

في جسم الخلية نواة، ومولدات للطاقة **وحبيبات نِسْلْ.** وغيرها من آليات ضرورية للحس او للحركة. القدرة على الحس او الأمر بالحركة هما صفتا الخلايا العصبية.

اوتار الخلايا العصبية:

الخلية العصبية واوتارها قادرة على توليد النبضات الكهربائية السارية في الاعصاب. **العصب هو الوتر.** اوتار الخلية نوعان: **محور وشعيرات.**

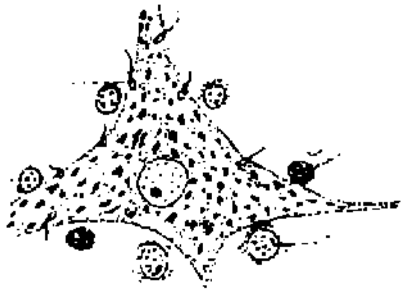
المحور غالبا ما لا يتفرع، اما الشعيرات فهي شُعب دقيقة جدا. الشعيرات هي كل اوتار الخلية ما عدا المحور.

الشعريات تنقل النبضات الى جسم خليتها من خلية ثانية.

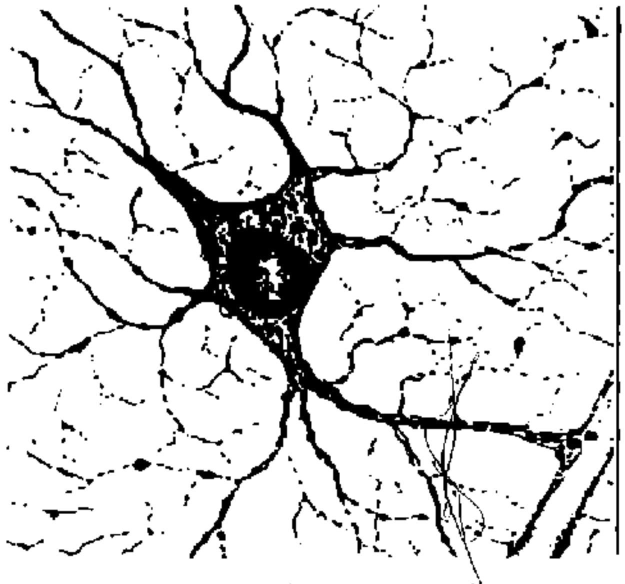
المحور ينقل النبضات من جسم خليته الى الخارج.

عدد الاوتار لكل خلية يختلف. خلايا بوتر واحد (أحاديّه) وغيرها بوترين (ثنائية) كما في الخلايا الحسية، وغيرها باوتار كثيرة (متشعبة) كخلايا الحركة. تندر الخلايا الاحادية في الانسان. (راجع الصور). عقد النخاع الشوكي تمتاز بخلايا احادية لها شكل (T).

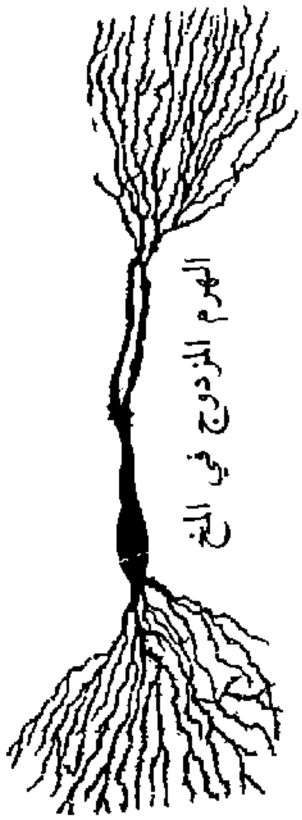
الصورة رقم 1 انماط من الخلايا

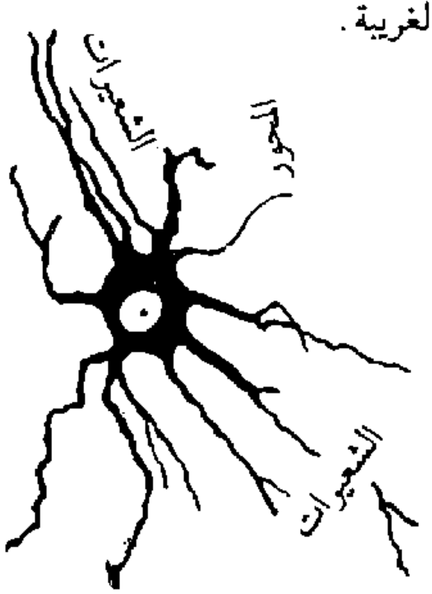


خلية هرمية حركية في قشرة المخ.
في جسمها حُبَيْبات نِسْل، وتحيط بها خلايا غروية.
يرمز الى الشكل الهرمي على الورق بمثلث متساوي الساقين.



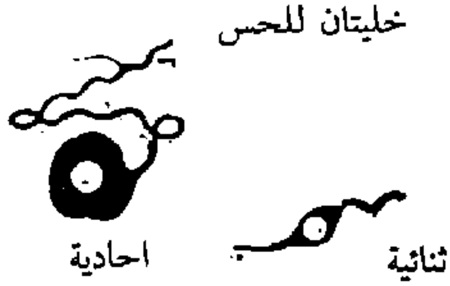
خلية غروية ملتصقة باحد الاوعية الدموية
الخلايا الغروية على انواع، ولها شأن في تغذية النسج العصبي وربط خلاياه الى بعضها البعض، وافتراس المواد الغريبة.





خلية حركية في عصب الجمجمة ذي رقم (12) (متشعبة)

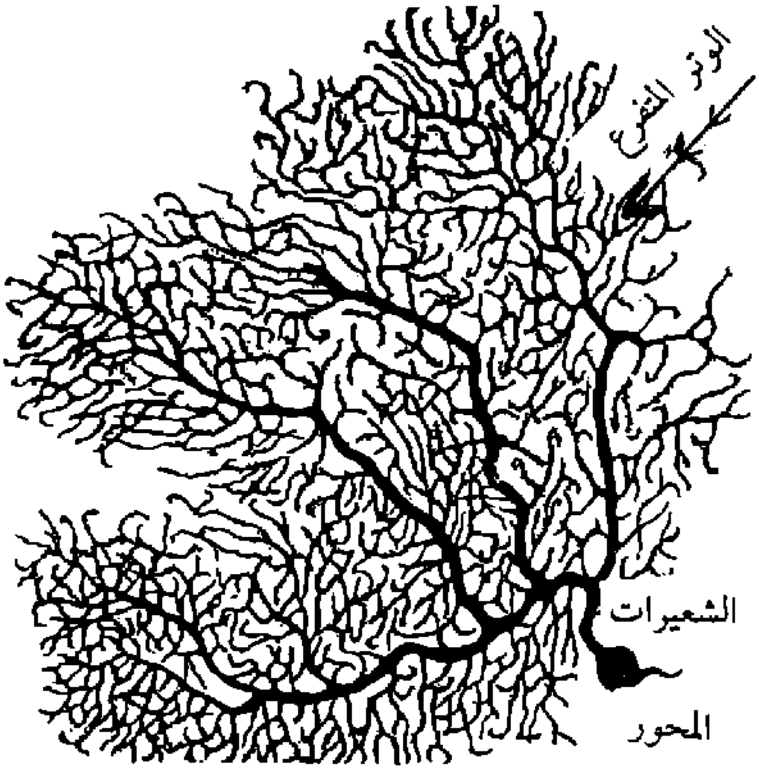
خليتان للحس



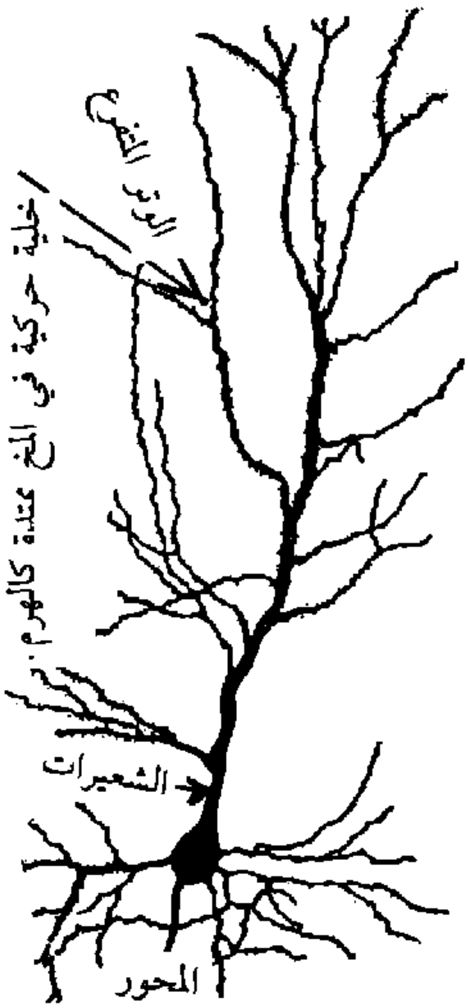
الصورة رقم 2 نماذج من الخلايا العصبية



هكذا يبدو النسيج العصبي حين يصبغه العلماء وينظرون اليه بالمجهر. خلية عصبية حركية كبيرة في نخاع شوكي لوليد. المحاور والشعيرات والعقد المجاورة تملأ المجال وتغطيه بشبكاتها. الشكل القرني للخلية واضح (راجع النخاع الشوكي).



خلية بركنجي في المخيخ، تبدو كالشجرة. ذات شأن عظيم في عمل المخيخ، مثل الحاسوب يوحد وينسق ويضبط توازن الحركات.



خلية حركية في المخ عملاقة كالهرم.

أنماط الخلية:

اسماء الخلايا العصبية تكثر، وتصنف بحسب عملها، او موقعها وغير ذلك حتى شكلها الهندسي.

خلية حسية: تلتقط المؤثرات الخارجية (الحس)

خلية حركية: تأمر بالحركة

خلية مشاركة: اوتارها لا تخرج من منطقتها، تعمل على توحيد المعلومات الواردة اليها، فتتصل بخلايا في منطقتها. تكثر في الدماغ والنخاع الشوكي. لا تعمل لالتقاط الحس او أمر الحركة مباشرة، بل تتسلم هذه المعلومات من غيرها.

خلايا الجسور: خلايا تتصل باخواتها في الشقّ المقابل من الدماغ. خلية في القسم اليمين تُشرك اختها في الشمال بما يردها من معلومات او ما ستقوم به من اعمال.

النواة عنقود من خلايا عصبية متشابهة في نسجها، وتسير اوتارها في ممرات مشتركة وتنتهي الى مقر مشترك، وتقوم باجزاء مختلفة من عمل رئيسي واحد. **(جمع نواة: نَوَيات، نَوى).**

حين تتجمع النويات في عناقيد واضحة نسمي المجموعة (عُقْدة). النويات والعقد مراكز رئيسية تتسلم المعلومات وتصدرها. تكثر في النخاع الشوكي مثلا، وفي المستقل.

[**الصادر والوارد:** اسماء للخلايا وللاوتار بحسب توجه المعلومات: خلية صادرة: خلية واردة].

الصادرة: هي الخلايا والنويات والعقد التي تنقل المعلومات الصادرة عن الجهاز المركزي. او هي المتوجهة نبضاتها الى اطراف الجسم، مثل الخلايا الحركية. اذن نبضات الصادرة تبتعد عن الدماغ او النخاع الشوكي.

الواردة: اوتارها ترد الجهاز المركزي فترسل النبضات من اطراف الجسم الى

الدماغ او في وجهته. مثلا الخلايا الحسية. اذن نبضاتها تقترب من الدماغ او النخاع الشوكي.

كما يقسم العلماء الخلايا أي أنواع، كذلك الاعصاب أو الاوتار:

الوتر الناقل: يحمل النبضات الكهربائية بين الدماغ او الجهاز المركزي وبين اطراف الجسم البعيدة، صعودا او نزولاً. لربما كانت الخلية في الاطراف عضلة، او غدة او غشاء جلدي.

الاوتار الناقلة هي إمّا صادرة وإما واردة كما وصفنا الخلايا العصبية.

الوتر المشارك: مثل الخلية المشاركة. عصبٌ يربط بين خلايا الجهاز المركزي (دماغ - نخاع شوكي) **في المنطقة الواحدة (يمين او شمال)**.

الوتر الجسر: عصب يربط ما بين **المنطقتين المتوازيتين** او المتماثلتين في الجهاز المركزي **(بين يمين وشمال)**.

المرات العصبية:

كما يميّز العلماء بين خلية وعقدة، فانهم يميزون بين الاعصاب:

المرات العصبية:

اعصاب واقعة داخل الجهاز المركزي. هي حزمة من الاوتار تصل بين المخ والنخاع الشوكي واحياناً تعني مجموعة اوتار حاملة لنوع واحد من الحس (البصر مثلا).

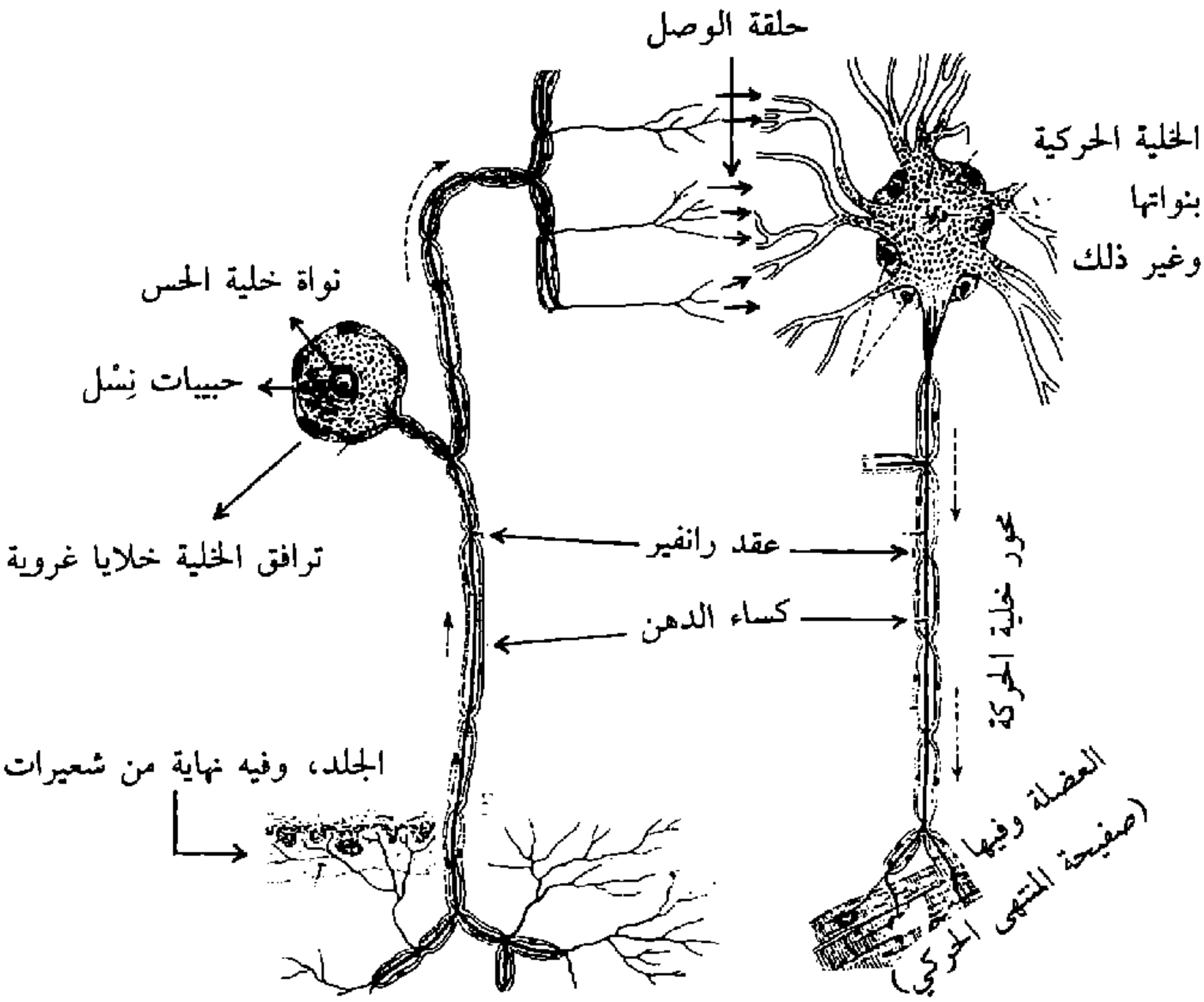
الجذع:

اعصاب تتجمع فتخرج كحزمة مجدولة، من النخاع الشوكي، ثم تتوجه إما إلى الاطراف، واما الى الجهاز المركزي.

بعض الاوتار طويلة (امتار كثيرة) **كالممرات الهرمية الحركية** الصادرة من المخ الى النخاع الشوكي فالاطراف، كالقدم مثلا، ولا يزيد قطرها على جزء واحد على اربعين من المللميتر.

هناك اوتار دقيقة وقصيرة لا تغادر منطقتها، مثل الخلايا الهرمية المزدوجة الموجودة في قشرة الإِرب من المخ. يكون طولها ملليمتر وأقل.

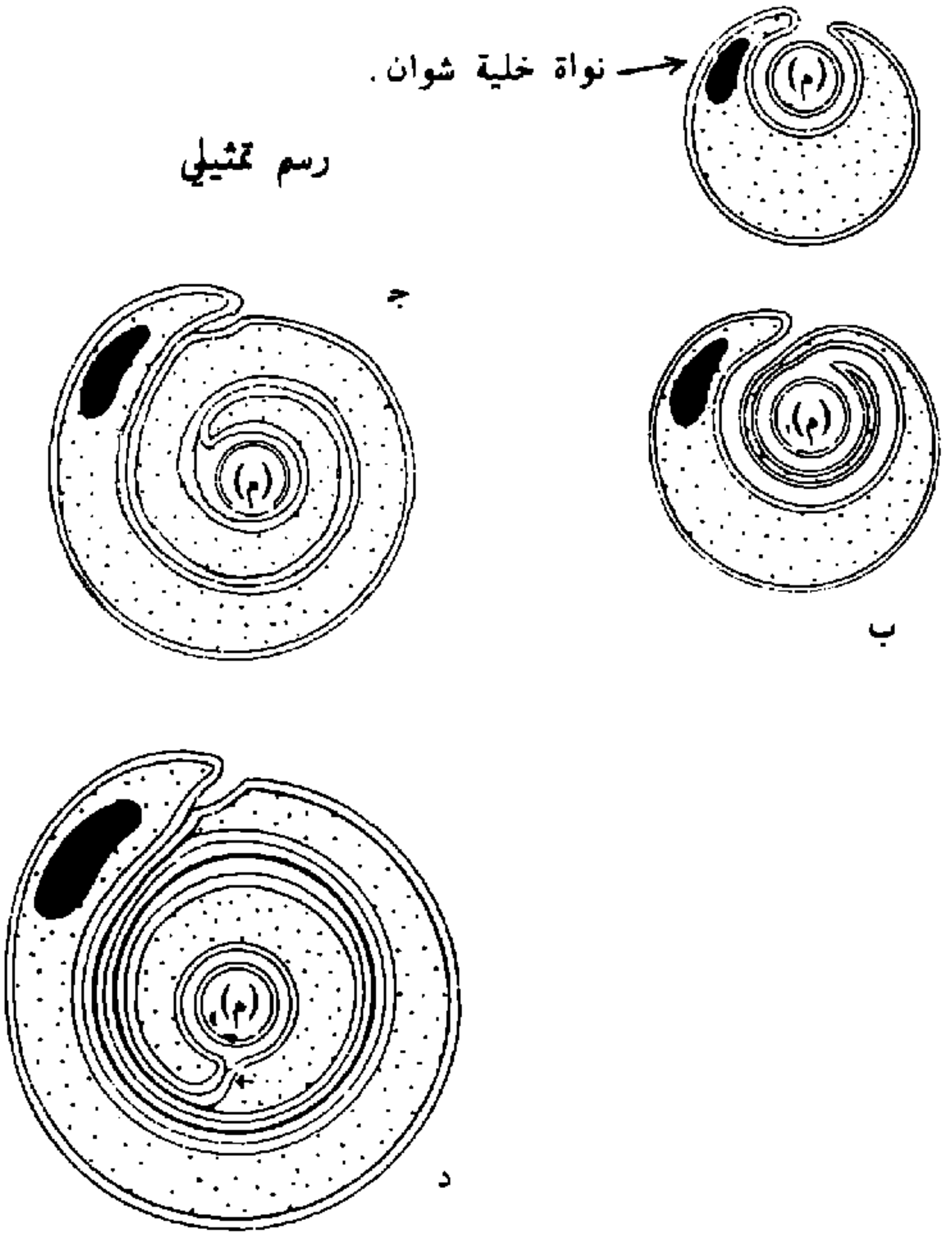
الصورة رقم 3 رسم تمثيلي لجهاز الحس والحركة



العضو الهدف هو ما تنتهي اليه الاعصاب الصادرة، مثل العضلة او غدة فارزة. تنتهي الاعصاب الصادرة كفروع دقيقة (نهايات العصب) في العضو الهدف. الاوتار الصادرة نوعان: 1 ـ بدنية مثل النهايات الحركية المتفرعة من المحور المكسوّ الصادر من عقدة او نواة مقيمة في النخاع الشوكي (القرن الامامي). النهايات اوتار متفرعة في العضلات الطوعية الهيكلية حيث تنتهي كامتدادات بيضية تظهر رقيقة كالصفيحة، نسميها الملتقى العصبي العضلي او صفيحة المنتهى الحركي.

2 ـ احشائية: تكون النهايات لاوتار عارية صادرة من عقد الجهاز العصبي المستقل. الاعضاء الهدف كثيرة مثل الامعاء والقلب (نهايات حركية)، واوعية دموية: وهناك اعضاء فارزة مثل غدد اللعاب والهضم: وهناك اعضاء كثيرة مثل غدد العرق والشعر وبيت الرحم.

الصورة رقم 4 خلايا شوان والكساء الدهني



خلية شوان في الرسم التمثيلي تظهر بجسم كبير منقط له نواة سوداء. تحيط الخلية بالمحور (م) في مرحلة (أ) ثم تلتف حوله فيدق طرف جسمها الى حبل (ب)، وتلف ثانية (ج) لولبيا لتحاذي الطية الاولى. يضيق جسم خلية شوان، وتلتصق الطيات اللولبية (د) عند السهم لتنفصل عن خلية شوان وتصبح كساء المحور.

عندئذ تضمحل الخلية بعد تضخم كبير لنواتها ولا يبقى منها الا وصلات داخلية وخارجية.

الكساء الدهني:

الاعصاب إما **مكسوة بالدهن**، وإما **عارية** منه. بعض الاعصاب مكسوة بكساء من **الدهن الا في مناطق متواترة عارية**. تسمى هذه المناطق **(عُقد رانفير)**. تختلف المسافات بين عقد رانفير (في لواقط باتشيني رُبْع ميلليمتر بين عقدة وعقدة) تكثر الاعصاب المكسوة بالدهن في الجهاز المركزي، بينما تكثر الاعصاب العارية في الجهاز العصبي المستقل. (الشعيرات غير مكسوة بالدهن).

المحاور المكسوة اسرع نقلا للنبضات الكهربائية من المحاور العارية.

خلايا شْوان ترافق الاوتار فتكسوها بالدهن، وتعمل هذه الخلايا غير العصبية لمساعدة الاعصاب في التوجه الى منتهاها..

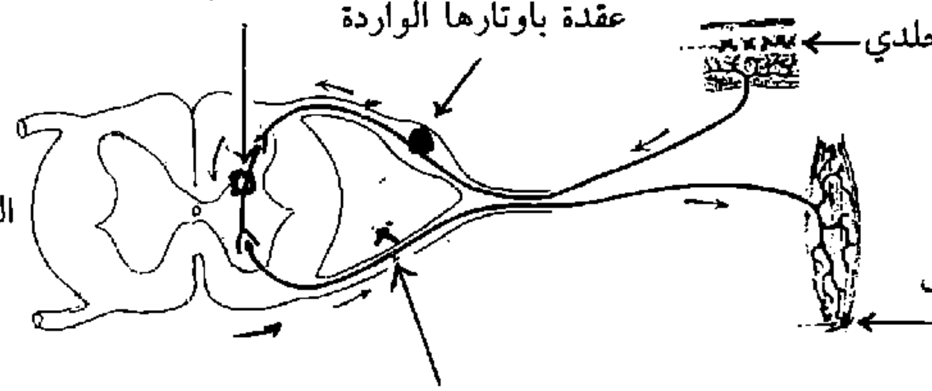
حلقة الوصل:

الجهاز العصبي **شبكة كثيفة** بما فيه من خلايا واوتار. **لا تتصل الاوتار مباشرة**، فلا يقترن وتر خلية واحدة بوتر الخلية الثانية.

يتم اللقاء او الاتصال بواسطة محطات عصبية كيماوية، تلتقي حولها شعيرات الخلية الواحدة ومحور الخلية الثانية. تسمى محطات اللقاء **(حلقات الوصل)**. كل وتر ينتهي الى حلقته المعلومة، فتكون الاوتار «ما قبل» الحلقة و«ما بعد» الحلقة.

تختلف الخلايا في كثافة اتصالها مع غيرها، ولربما اقامت الخلايا عشرة آلاف اتصال حول حلقة واحدة او اكثر.

الصورة رقم 5 رسم تمثيلي لقوس الفعل المرتد
في شرحة لعصب صغير في النخاع الشوكي



[العقدة: مجموعة من الخلايا. راجع صفحة 33]

اجزاء هذه الدائرة او القوس:

1 ـ لاقط حسي في الجلد. شعيراته الطرفية تنتهي الى العقدة الواردة التي ترسل نبضات كهربائية الى الجهاز المركزي (النخاع الشوكي).

2 ـ جسم العقدة الواردة يكون في النخاع الشوكي عند القرن الخلفي. ولها محور يتوجه الى مؤخرة العمود الرمادي للنخاع. ينتهي هذا المحور عند حلقة وصل تصله بخلية رابطة.

3 ـ العقدة الرابطة في جوف النخاع ولا ترسل اوتارها خارجه، وتكون للربط بين العقدة الصادرة والواردة.

4 ـ العقدة الصادرة: تقيم في القرن الامامي من النخاع او مادته الرمادية. ويغادر محورها النخاع من المرات الامامية للأعصاب النخاعية، لينتهي في العضلة عند ما يسمى صفيحة المنتهى الحركي.

5 ـ ملتقى العصب والعضلة (صفيحة المنتهى الحركي).

مصطلح (رد فعل) يعني تفجر نبضات كهربائية في الخلية الواردة، فتنعكس الاستجابة لها (رد) من الجهاز المركزي الى أطراف الجسم فتتحرك عضلة او تفرز غدة ما عندها.

الفعل المرتد: (درع دفاعي ضد الألم والخطر)

اذا وخزك احد بدبوس بغتة ابتعدت عن «الوخز» من غير ان تعرف من وما وخزك وما اذا كان الوخز سيؤذيك حقاً. واذا لمست حديدة ساخنة لسحبت يدك بسرعة من غير ان تفكر، تسحبها قبل ان تصل الاشارة الى الدماغ أو الى مراكز الالم. تسحبها لا لأنك تعرف انك ستحترق او ستتألم بل لأن الحركة عفوية آلية انت مجبول عليها وعلى أمثالها. هذه الحركات تسمى «رد الفعل او الفعل المرتد» لأن الحركة لا تحدث الا بعد ان يكون هنالك مؤثر أو محرض. هي حركات تتم من غير وعي أو ارادة منك.

بافلوف اعتمد هذه الظاهرة لتعليم الكلاب انتظار وصول الأكل اذا سمعت جرسا، فيسيل لعابها. حين يضرب الطبيب ركبتك في مكان معلوم يتحرك الساق رغما عنك اذا كنت سليما، هذه انواع من رد الفعل، قوامها خليتان مقيمتان في النخاع الشوكي من غير اتصال بالمراكز في الدماغ. وهناك ردود اشد تعقداً، كلها تتم من غير مشيئتك.

رد الفعل ابسط مثل على وظيفة الجهاز العصبي (تنبُّه للمحيط الخارجي، فاستجابة له). يكون المنبه احياناً كابتاً لتفجر الخلية العصبية فلا تكون استجابة بل (كبت) بدلا من الاثارة.

الخلايا المقيمة في النخاع الشوكي التي تقوم برد الفعل، توحّد بين الحس المرسل من خلية حسية لاقطة، وما يتبع ذلك من استجابة تنفذها آليات الحركة في العضلة او الغدة. المهم ان رد الفعل حركة بدائية لا شأن لها في ظاهرة السلوك البشري الذي يقوم على حركات إرادية يكون الفكر والوعي وراءها. الفكر هو من عمل مراكز المخ. اما مراكز الفعل المرتد فهي منتشرة في جذع الدماغ، والنخاع الشوكي، والجهاز العصبي المستقل.

المخ في الانسان يأمر ويكبت. صحيح انني اذا باغتك بوخزة دبوس ستسحب يدك رأساً، انما اذا شاهدتني افعل ذلك واردت الا تحركها فتستطيع ذلك. الانسان يتحدى النار والالم ليثبت شيئاً، او ليدل على تثبته بيقينه فلا يبتعد عن الخطر.

الفرق بين السلوك ورد الفعل هو الفرق بين ما تفعله لتطرد ذبابة طبّت عليك وانت نائم، فتحرك يدك من غير ان تدري أنك طردتها. لكن اذا اصرت الذبابة على مداعبتك وبعد حوار يدوي عقيم تذهب اشارة الى الدماغ الأعلى ليستيقظ لأن شيئاً مزعجاً يهدد الجسم فتستيقظ، وما تفعله بعدئذ نسميه سلوكا، وهو يختلف بين شخص وآخر بينما الرد العكسي واحد في الجميع. قد تختار مذبة او حذاءَك او ما تيسر لقتل الذبابة. وقد تلجأ الى غرفة اخرى وقد تتشاجر مع امرأتك لأنها السبب وراء دخول الذبابة.

آلية رد الفعل في النخاعين المستطيل والشوكي لا تصل الى مستوى الوعي، بينما آلية السلوك تشمل الجهاز العصبي كله. السلوك اشد تعقيداً ولا يستطاع دائما التنبؤ بما سيفعله كائن ما. اما رد الفعل فحركة ثابتة معلومة يُتنبأ بها كلما لمست شيئاً حار او بارداً، او وخزك دبوس، او هدّت عليك ذبابة وانت نائم فستحرك يدك من غير ان تدري.

كلب او انسان بلا الاجزاء العليا للدماغ (المخ مثلا) هو مخلوق خامل. اذا دست ذنب كلب كهذا، او وخزته لقفز انما لا يهرب ولا ينبح لأنه لا يشعر بتهديد او خوف وغضب. لا يطلب الاكل، واذا وضعت الاكل امامه لا يأكل حتى لو كان جائعا لأنه لا يعرف ما امامه. أما اذا وضعت الاكل في فمه فانه يمضغه ويبلعه. المضغ والبلع حركتان آليتان.

الباب الثاني

النبضة العصبية وانتقالها.

Nerve Impulse, Propagation

عفوية النشاط العصبي:

الحيوان والانسان لا ينتظران محرضا لكي يندفع كل منهما في سلوك ما. عفوية بعض انماط السلوك هي من الحقائق الثابتة التي تنبثق من عفوية النشاط الذاتي للخلايا العصبية. كان الرأي السائد ان لواقط الحس اجهزة خاملة لا تنشط الا اذا وقعت عليها الطاقة اللازمة لها من المحرض. لكن في عام 1928 اثبت العلماء خطأ هذه النظرية عندما برهنوا ان عصب البصر في الحنكليس يولد الكهرباء ذاتيا من غير مؤثرات ضوئية او غيرها. بعد ذلك تراكمت البراهين لتثبت ان الخلية العصبية جهاز فاعل نشط يولد طاقته الكهربائية ذاتيا. يجوز ان يعمل المحرض كمعَدِّلٍ لنشاط الخلية. المحرض لا يحرك الخلية ولا يُحْدِثُ نشاطها. المحرض يزيد من نشاطها تارة، وتارة يخفض قوتها. اما كيف تستمر الخلية العصبية في توليد طاقتها بنفسها فلا يعلم سرها احد حتى الان. اللواقط الحسية كالشبكة البصرية، والجهاز العصبي المركزي يعملان ابدا ليلا نهارا، في اليقظة وفي النوم فلا تتوقف تياراتها وان امتنعت عن الاستجابة احيانا. تنام فلا تعي لكنك ترى الاحلام واذا استيقظت فجأة تكون اجهزتك عاملة ومستعدة وتستعيد بعض احلامك ايضا.

الكهرباء في الاعصاب والخلايا:

مقدمة:

الاثارة الميكانيكية (لمس، ضغط) او الكهربائية لوتر عصبي متصل بعضلته

تسبب تحرك العضلة. من هذه التجربة اثبت علماء القرن التاسع عشر ان اثارة العصب تخلق نبضات كهربائية سارية فيه.

التوتر الكهربائي في الخلية العصبية واوتارها موجود ابداً، وينشأ تلقائياً من غير حاجة الى محرضات خارجية (منبهات مؤثرات حسية كاللمس او اللون او الرائحة...). لكن المحرضات الخارجية تزيد أو تخفف من التوتر الاساسي. اذن حين نتحدث عن أثر المحرض في كهرباء الاعصاب، فاننا نشير الى ما يسببه من تغيرات في قوة التوتر، المؤثّر يعدل النشاط العفوي، كبتاً (نزولا) أو تفجراً (صعوداً).

ليس العصب مجرد شريط او حبل ناقل للكهرباء. هو جهاز معقد، قادر على توليد النبضات الكهربائية، ونقلها بالتواتر على امتداد وتره. لو لم يكن كذلك لما استطاعت نبضة كهربائية قطع المسافات الطويلة من غير ان تتلاشى تدرجا خلال رحلتها.

نشأة النبضة وانتقالها اشبه ما تكونان بانفجار يبدأ بشعلة صغيرة، ثم تستمر النبضات تلقائياً بتفاعل ذاتي.

تركيب غشاء العصب:

صفات العصب هذه مكتسبة بفضل تركيب غشائه، وما في العصب من تفاعلات كيماوية. التركيب العضوي للغشاء يسبب فروقا في نوع ومستوى المواد الكيماوية الموجودة على حافتي الغشاء (داخل العصب ومحيطه الخارجي).

في جوف العصب مواد بروتينية لا يسمح لها الغشاء بمغادرة العصب الى محيطه الخارجي. وغشاء العصب لا يسمح للاملاح مثل ملح الطعام (صوديوم كلورايد) وشقيقه بوتاسيوم كلورايد، بالدخول والخروج عشوائياً، هذه هي (النفوذية الانتقائية او الاقتدارية للغشاء، **(Selective Permeability)**.

للغشاء أقنية (مسام) تُفتح وتقفل بقوة الطاقة المرافقة للتفاعلات الكيماوية في الغشاء، فتفتح حين يُسمح لشوارد الصوديوم بالتدفق الى داخل العصب وتقفل في وجهها حين تُطرد.

وفي الغشاء آلية تعمل بالطاقة الكيماوية، وتقوم بطرد شوارد الصوديوم الى الخارج فيكون مستواها الخارجي أعلى من مستواها الداخلي بتسع مرات. تسمى هذه الآلية (**مضخة الصوديوم**).

تراكم شوارد الصوديوم الموجبة خارج الغشاء يجعل الحافة الخارجية مشحونة موجباً (+).

وفي جوف الغشاء شوارد عضوية، وغيرها، سلبية تجعل الداخل مشحونا سلبا (−). ونجد جوف العصب غنياً بشوارد البوتاسيوم أكثر من خارجه.

تمحور الشوارد هو أشبه بقطبين متناقضين. تسمى الظاهرة (الاستقطاب).

التوتر الساكن:

الفصل بين شحنتين ضدين يسبب توترا كهربائيا على حافتي الغشاء. ومما يزيد من قوة التوتر محاولة الصوديوم للدخول، والبوتاسيوم للخروج، اذ من طبيعة الأشياء ان تتوزع بالتساوي، لكن مضخة الغشاء وما فيه من تركيب وتفاعلات واستهلاك للطاقة تمنع التساوي فيدوم التوتر.

هذا التوتر على حافتي العصب، والقائم أبداً، وما دام الغشاء سليماً، والمستقل عن المؤثرات أو المحرضات، يسمى «**التوتر الساكن**»، لأنه موجود حتى في عصب مرتاح.

التوتر واشارته مقرران بنسبة التوزع للشوارد على الحافة. القياس بالأجهزة الكهربائية تدل على توتر سلبي قيمته ستون ميلليفولط، وتختلف من غشاء الى غشاء.

التوتر الفاعل:

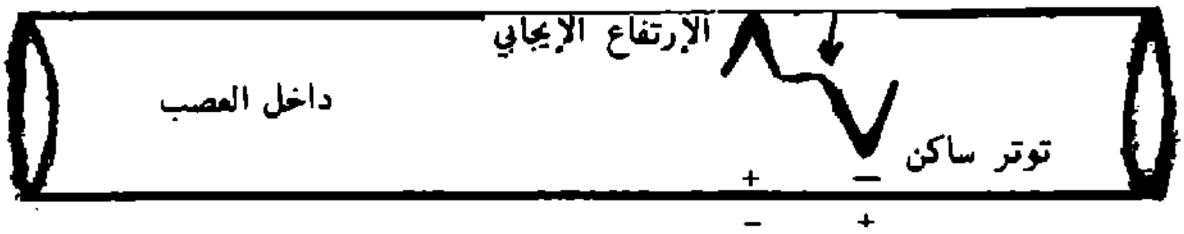
تلتقط الخلية العصبية اشارة منبّهة (لمس، ضوء..) فيتَّقِد نشاطها، ويتعرض غشاؤها لنبضاتها الكهربائية، فتتغير صفة الغشاء لبرهة وجيزة.

حين يقيس العلماء التوتر في عصب ساكن يرون موجة مقلوبة على الجهاز

الكهربائي (دليل السلبية). ثم بعد الإِثارة للعصب يرون موجة غير مقلوبة (دليل الإِيجابية)، وهذا يعني ارتفاع التوتر بزيادة غالبا ما تكون اربعين ميلليفولط.

الإِثارة اذن، سببت تغيرات عضوية كيماوية جعلت جوف العصب موجبا، مما يدل على أن الغشاء فتح أقنيته أمام شوارد الصوديوم، فتدفقت لتطغى في الداخل، وتقلب الشحنة من السلبية الى الإِيجابية. الاثارة لم تدمر خصائص الغشاء، والاً لتساوت الشوارد على حافيته ولا نعدم التوتر. وهذا ما لم يحصل بدليل أن التوتر ارتفع عن قيمة الصفر.

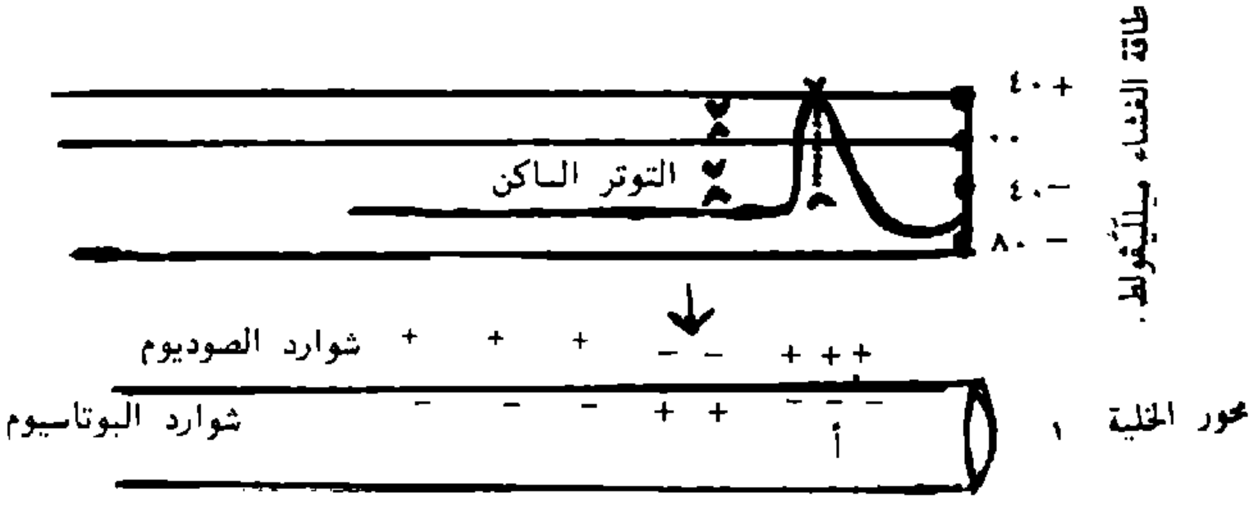
الصورة ادناه تبين الموجة قبل الاثارة وبعدها فنرى موجة ثنائية المرحلة نتيجة انقلاب الجو الداخلي من السلبية الى الإِيجابية.



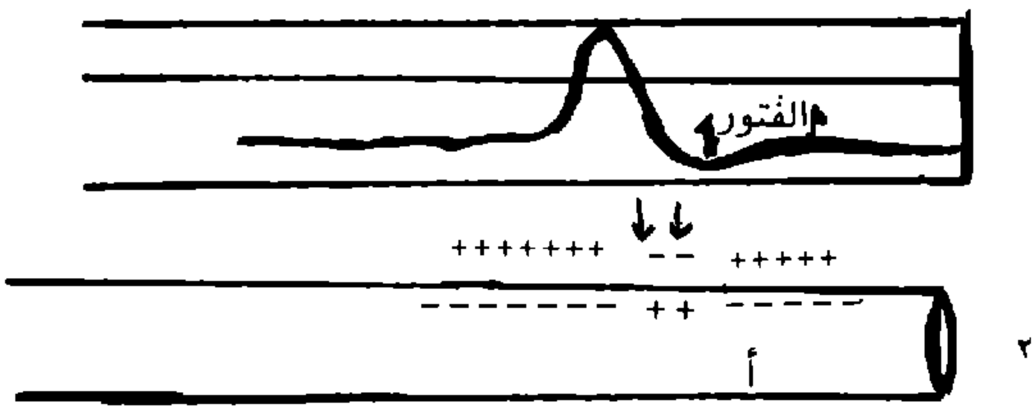
السهم يدل على بدء الإِثارة التي سببت تبادلا بين القطبين. الداخل يصبح موجباً نتيجة تدفق شوارد الصوديوم وتقلبات ثانية.

التوتر الفاعل هو مجموع التوتر الساكن والارتفاع، كما يقاس من قعر موجة التوتر الساكن الى قمة موجة الارتفاع. التفاصيل مذكورة في الصورة المقابلة بعد جمع الموجتين للتبسيط.

الصورة رقم 6 النبضة هي التوتر الفاعل



غشاء الخلية الساكن مشحون سلبا من الداخل، وموجبا من الخارج، الاثارة سببت تغيرا في تلك المنطقة من غشاء المحور (عند السهم) فخرج قليل من شوراد البوتاسيوم. وتدفقت شوارد الصوديوم. انقلبت الشحنات كما هو مبين عند السهم فتولدت النبضة.



تَوَلُّد النبضة في منطقة (أ) يحدث تغيرا في المنطقة التالية فتولد النبضة الجديدة وتنتقل (السهم الجديد) وتعود المنطقة (أ) الى طبيعتها مع فتور قصير.

الرسم يبين ان التوتر الساكن هو تقريباً 60 (السلبية ترمز الى الجو الداخلي). المنبّه احدث تغيراً رافقه تحول الى جو موجب مقياسه 40 فيكون فرق التوتر 100 ميلّليفولط. بعد تولد النبضة الاولى وما تحدثه من تغير كيماوي كهربائي في المنطقة المجاورة، تظهر النبضة الجديدة، بينما تكون المنطقة الاولى في فتور لا تستجيب الخلية لأي منبه. هذه الاحداث من توتر وفتور لا تدوم طويلا (جزء من الف من الثانية)، وتعود النبضات وتسري الكهرباء بنظام واحد.

لماذا ينتهي التوتر الفاعل

بعد تدفق شوارد الصوديوم تنشط المضخة وتقفل المسام في وجه الشوارد.

تدفق شوارد الصوديوم يتوقف بعد (جزء واحد من ألف جزء) من الثانية، عندئذ يستعيد الغشاء فتعمل آلياته على طردها. عاملان يسهّلان طرد شوارد الصوديوم: طغيانها الداخلي سيخف لأنها ستبدأ بالتنافر الشديد المعروف في الشحنات المتطابقة (موجب يطرد موجبا) فتطرد شوارد الصوديوم بعضها بعضا. ثم ان الجو المشحون سلبا في الخارج يجذبها اليه فتخرج. عندئذ تعود شوارد البوتاسيوم الى الداخل لتحل محل شوارد الصوديوم المنبوذة.

مدة الفتور

عند رجوع الامور الى ما قبل التفجر، يستعيد العصب الترتيب الأولي للاملاح، ثم تفتر الخلية وعصبها فلا يستجيبان لأي محرض. تدوم مدة الفتور برهة، وتتكرر الاحداث وتتولد النبضات بالتواتر (وليس بالتتابع).

الحد الادنى للإِثارة (العتبة)

اذا ربطنا عضلة الى منفذ كهربائي، وربطنا طرفها الاخر الى مسجلة كهربائية ضوئية، ثم هيجنا العصب بتيار كهربائي خفيف خلال المنفذ، لما شاهدنا شيئا، اذا زدنا التيار (المؤثر) تدرُّجاً، نصل الى مستوى من التيار يجعل العضلة تنقبض، ولرأينا الاستجابة في شكل موجة كهربائية مسجلة على الجهاز. واذا تابعنا زيادة التيار لما تغيرت قوة الاستجابة.

اذن هناك حد ادنى من قوة المؤثر (المنبه، المحرض)، لا يسبب استجابة (نبضة) اذا كان التيار اضعف من الحد الادنى. واذا زدنا التيار الى فوق الحد الادنى، فاننا لا نقوي النبضة، اي إما استجابة وإما لا إستجابة، كعود ثقاب اما يشعل وإما لا يشعل.

خلاصة الاحداث الكهربائية وعواقبها

1 ـ الحس والحركة وفرز الغدد قوامها النبضات الكهربائية.

2 ـ النبضة الكهربائية هي واحدة جوهرا، في اعصاب البصر والسمع مثلا لكن لا تكتسب صفتها المميزة (حس بصري او سمعي) الا بوجودها في الوتر المعين. إذن الوتر جهاز فاعل ومتفاعل مع لواقطه.

اللاقط يحس أولا فينبض (التوتر الفاعل هنا يسمى التوتر المولِّد) لذلك نحتفظ بمصطلح التوتر الفاعل لوتر الخلية العصبية التي تستجيب الى لواقطها.

3 ـ تتم علمية توليد النبضة على مرحلتين متلاصقتين: وجود **التوتر المولِّد**، ثم **التوتر الفاعل**. الاول يولِّد الثاني. الاول ينشأ في شعيرات اللاقط والثاني ينشأ في محور الخلية اللاقطة لينتقل في العصب الى خلايا ثانية.

التوتر المولِّد هو من عمل اللاقط، ولا ينتقل الى المحور. لكن التوتر المولِّد يسبب نشأة التوتر الفاعل في المحور. المواترة في تكرير نشأة التوتر الفاعل تلقائيا ومحليا هو «انتقال النبضة» السارية الى هدفها. المهم ان التوترات كلها ناشئة من تغيرات في توزع الشوارد على حافتي الغشاء، سواء في اللاقط أو في الاوتار. التوتر المولِّد اشبه بالزناد الذي يقدح مرة فتتبعه تفجرات متنقلة نسميها (التوتر الفاعل).

4 ـ قوة التوتر المولِّد تقاس بارتفاع النبضة أو علو الموجة الكهربائية (Wave Amplitude) كلما كان المنبه او المؤثر قويا ارتفعت نبضة التوتر المولّد. لو وخزتك وخزة خفيفة بدبوس لما اثارت نبضة بقوة وخزة قوية. لا يعرف العلماء كيف يتحول مؤثر (كرؤيتك الشيء) الى عامل يسبب تغيرات كيماوية في غشاء لواقط الشبكة. ومن ثم تتحول هذه التغيرات الكيماوية الى موجة كهربائية. اللاقط محوّل طاقة اذ يقلب طاقة آلية (وخزة دبوس) أو كيماوية (بصر) الى طاقة كهربائية.

الطاقة الكهربائية الناشئة (التوتر المولّد) تكون بقدر التغير الكيماوي المرافق للمساحة المتأثرة من اللاقط.

المهم ان مؤثرا قويا يسبب تغيرا كبيرا في تركيب اغشية اللاقط، وهذا يعني

تغيرا كيماويا كبيرا، يتبعه توترا قويا. اذن قوة التيار المولّد تتناسب وقوة المؤثر.

لا نعرف تفاصيل نشأة التيار المولد في لواقط الخلاية الحسية. لكن نعرف ان المخدرات توقف التيار الساري، ولا تؤثر في التيار المولد.

5 ـ أمّا قوة التوتر الفاعل فانها لا تتأثر ولا تتغير بقوة المؤثر المنبه ولا بقوة التوتر المولّد. النبضة المتنقلة هي هي شكلا وارتفاعا.

اذا كان التوتر الفاعل ناشئا بفعل التوتر المولّد، فكيف تبقى قوة الاول غير متأثرة بقوة المولد. وكيف نشعر بوجع تختلف حدته.

جواب السؤال هو أن التغير الوحيد هو تغيُّرٌ في سرعة توالد النبضات السارية، لا في شكلها ولا في حجمها ولا في قوتها.

التوتر المولد يؤثر في ذبذبة الموجات السارية: كلما زادت قوة المنبه، زادت قوة التوتر المولّد فزادت سرعة التوتر الفاعل (عدد النبضات او الذبذبة في مدة زمنية معلومة Frequency) والسرعة هي التي تدل على قوة الحس. الوجع الشديد هو نبضات تترى بسرعة هي الى مراكز الألم، كمن يُلح في طلب الشيء، أو التنبيه الى معالجته. اللواقط، اذن اجهزة تعدل ذبذبة الموجات، فتترجم ارتفاع قوة المنبه الى ارتفاع في ذبذبة النبضات العصبية..

6 ـ جوف العصب أو سطحه الداخلي هو مسرح الاحداث الكهربائية. الغشاء نفسه لا ينقل الكهرباء، بل هو مقاوم لها، وان كان حساسا لتيارات خارجية بذبذبات عالية.

انواع التقلبات على حافتي الغشاء (تغير الاستقطاب)

اذا ما انهارت الخصائص الكيماوية للغشاء، وامسى لا يعزل الشوارد، فان الطاقة الساكنة ستختفي لانتفاء الفرق بين الداخل والخارج. اما اذا حدثت تغيرات عابرة، فان تقلبات تحدث بحسب نوع التغير. وليس من الصعب ان نتصور اربعة انواع من التقلبات التي، إن وقعت، تحدث تغيرا في توزيع واستقطاب الشوارد. بعض المؤثرات الكهربائية، والميكانيكية، أو الكيماوية تسبب نوعاً من هذه التقلبات:

1 ـ المحرض أو المنبه يسبب مبالغة في الفرق القائم فيزيد من استقطاب البوتاسيوم الى الداخل بطرد المزيد من الصوديوم الى الخارج.

2 ـ المنبه الثاني يعمل نقيض الاول فيخفف الفرق انما لا يزيله فيهبط مستوى الطاقة المولدة.

3 ـ المؤثر الثالث يعطل التفاعلات الكيماوية او يؤثر في بنية الغشاء فيستوي الداخل والخارج وتزول الطاقة الكهربائية.

4 ـ المحرض الرابع يعكس الصورة الطبيعية اذ تتبادل الشوارد مواقعها فيصبح الداخل موجباً والخارج سالباً وتبقى الطاقة نفسها مقداراً انما مختلفة اتجاهاً او اشارة.

المهم ان كل مادة أو حدث يخفف أو يزيل الاستقطاب مؤقتا يسهل انتقال النبضة. وكل مادة أو حدث يزيد من الاستقطاب يكبت انتقال النبضة.

حاشية

دخول شوارد الصوديوم حين يضطرب قطب الغشاء يقود الى تقلص العضلة أو الوعاء الدموي. اما اعادة الصوديوم الى الخارج فانه يسبب راحة واسترخاء في العضلة أو توسعاً في اوعية الدم.

أكثر الخلايا تستخدم قدرة الغشاء لمنع تسرب مواد غير مرغوبة الى جوفها فتعزل نفسها عن بعض الكيماويات الموجودة مثلا في الدم أو السائل المحيط بها كما وانها تستطيع ان تمتص منه بعض الاغذية بكميات هائلة لا يمكن دخولها لو لم تكن للغشاء طاقة كيماوية تدفع هذه الكميات عنوة الى داخل الخلية. ان غشاء مصنوعا من المطاط مثلا يعجز عن توزيع غير متساو لمحتويات المحلولين القائمين على جانبيه.

اما الخلايا العصبية واوتارها فانها تستعمل قدرة الغشاء ليس فقط للعزل بل لنقل الاشارات (الاحساس). استقطاب الشوارد وتغيرات التوزيع هي وراء انتقال النبضة الكهربائية. وما وتر الخلية العصبية الا غشاء ممتد ازدادت مساحته ودقت اطرافه، وازدادت طولا حتى وصلت خلية بخلية واكثر. ولهذا امكن انتقال

الاشارات مسافات طويلة، وبتشعب الاوتار نشأت الشبكة الهائلة فتوغلت في نسج الجسم كله.

النبضة والكساء الدهني

وجود هذا الكساء أضاف ميزتين

1 ـ ارتفاع السرعة لانتقال النبضة الكهربائية بعشر مرات وأكثر، فتبلغ 30 كيلومتر في الساعة، بينما هي إثنان كيلومتر في الساعة لاوتار عارية مثل ناقلات الحس الحراري.

2 ـ قوة النبضة لا تتلاشى بسرعة، مما يخفّف من ضرورة تقوية النبضة خلال انتقالها، وهذا يعني اقتصاد في الطاقة الكهربائية الضرورية لحفظ قوة النبضة. يبلغ الاقتصاد في الهدر عشر مرات.

ارتفاع السرعة ايضا قلل من عدد الاعصاب الضرورية لنقل النبضات. صحيح ان زيادة القطر تزيد من السرعة، لكن هذا يعني ان غلظ الاعصاب سيوجب مزيداً من مساحات غير موجودة في الجسم. للعين وحدها مليون وتر يصلها بالدماغ، ولولا كساءُها الذهني لأوجب مزيدا من اعداد غير مستطاعة للتعويض.

انتقال النبضة في الاعصاب العارية يتم بانتقال الاضطراب الكيماوي فالكهربائي من منطقة صغيرة الى ما يجاورها تماما. أما في الاعصاب المكسوة فان الكساء الدهني لا يسمح بذلك، فلا تنشأ النبضة الا في عقد رانفير العارية من الدهن.

الشعيرات غير مكسوة بالدهن بينما تكون المحاور غالبا مكسوة. نبضة الشعيرات تتقلب، وهذا متوقع، لأن التوتر المولِّد ينشأ في الشعيرات، وقوة التيار المولِّد تتغير بتغير قوة المؤثر الخارجي. . أما نبضة المحور فلا تتغير الا في سرعة سيرها ويبقى شكلها كما هو.

بعد أن عرفنا الصفات الكهربائية للمحاور وللشعيرات نستطيع اعطاء تعريف

جديد لهذه الاوتار، غير التعريف المذكور في أول الكتاب. الشعيرات (نهايات الاعصاب) هي المنطقة الحساسة للمؤثرات الواقعة على الغشاء. وهنا يولد (التوتر المولِّد) وهنا نشأة النبضة التي ستظهر بعدئذ في شكل متنقل (التوتر الفاعل الساري). المرجع هو مكان نشأة التوتر المولِّد (الشعيرات) أما المحور فهو الذي ينقل التوتر بعيداً عن النشأة. التعريف الجديد يلغي جسم الخلية كمرجع لتصنيف امتدادتها الى شعيرات ومحور. كل ما تسري فيه النبضة بعيداً عن نشأة التوتر المولِّد هو المحور، ولو كان فرعا دقيقا كالشعرة.

الباب الثالث

حلقات الوصل والناقلات العصبية

Synapse, Neurotransmitters

تعريف حلقات الوصل:

الوصلات العصبية هي ركن الجهاز العصبي في سرعة عمله ووحدته وتنوع وظائفه. الوصلة جهاز قائم بذاته يصل بين خلية عصبية واخرى، أو بين خلية عصبية وخلية عضلية او غددية.

عند حلقة الوصل يجتمع محور خلية تقابله شعيرات الخلية الثانية. الوصل جسر كيماوي يسهل أو يكبت انتقال النبضة من الخلية الاولى الى الحلقة فالخلية الثانية. تفرز الحلقة هرمونات (ناقلات عصبية) عندما تصلها نبضة الخلية الاولى (ما قبل الحلقة). ثم تخلق الناقلات العصبية توترا كهربائيا يولد نبضة في الخلية الثانية (ما بعد الحلقة).

الحلقة اذن جهاز ديناميكي يصنع ويفرز الناقلات العصبية، فيكفل انتقال النبضات وتقويمها. اذا كانت النبضة غير جديرة بالتوجه الى مقرها، لا تسمح لها الحلقة باكمال مسيرتها، ولا تفرز الكيماويات الضرورية لانتقالها. التسهيل او الكبت من اعمال الحلقة. بعد انتقال النبضة، اذا تقرر ذلك، تقوم الحلقة بتدمير الهرمون المصنوع، فتكون الحلقة في «مدة الفتور» اذ لا تستجيب الا بعد قليل. التصنيع والتدمير يكفلان نقلا منظما للنبضات. النبضة التي تخلقها الخلية هي نسخة من النبضة التي وصلتها. الحلقات مستقلة بتركيبها وعملها عن الخلايا العصبية، وتختلف الحلقات في صفاتها وما تصنعه من هرمونات عصبية (أستِلْ كولين،

نورادرينالين، سيروتونين) كلها ناقلات عصبية تسمى ايضا الامينات البيولوجية لأن اكثرها مشتق من حمض امينية (الحمض الاميني هو الوحدة التي تنشأ منها البروتينات ايضا). بعض الادوية والسموم تعمل في الحلقات.

الحلقات تفرض انتقال النبضات في وجهة واحدة، وتنظم سيرها، وتنتقي منها ما هو ضروري فتضبط الحلقة كمية المعلومات وانماطها الواردة الى الاجهزة المركزية. الحلقة تمهد ايضا لتشابك الخلايا بكثافة فتتوسع شبكة المواصلات العصبية وتتنوع. كلما زادت الحلقات في المخلوقات ارتفعت قدراتها على انماط كثيرة من السلوك، فتصل الى اعداد مذهلة في الانسان.

لا نعرف كيف تفرض النبضة القادمة الى الحلقة تصنيع الناقل ولا كيف يقوم الناقل بخلق نبضة كالسابقة. وكيف يتم القرار بالتسهيل أو بالكبت. النبضة لا تسبب فرز الناقل لكنها تزيد من سرعة تصنيعه، ثم يسبب الناقل تغيرات كيماوية في الغشاء حين يمسه الناقل فيتبع ذلك توترات كهربائية كالمشروحة سابقا في منتهى الاعصاب الحركية. عند حلقة الوصل يتم تصنيع استل كولين، فتكون كالغدة التي تفرز ما فيها. كل تقلب في التوتر الكهربائي قيمته 30 ميلليفولط يغير سرعة التصنيع للناقل بمئة مرة. استل كولين هو الناقل ايضا للنبضة بين العصب واكثر العضلات كما في صفيحة المنتهى الحركي. بديهي أن تدمر الحلقة ما تصنعه من كميات عالية من الناقل خلال نشاطها، ولو لم تدمره لاستمرار النبضات باسراف، فتهيج العضلات بشدة تصل حد التشنج المؤذي. اذن تدمير الناقل المتواتر يكفل الانقباض والاستراحة للعضلات. المهم ان عند الحلقات تزداد او تنخفض المقاومة للنبضة فتكبت أو تعبر فلا تقفز النبضات عشوائيا من عصب الى عصب.

التسهيل والكبت لانتقال النبضات

كما ان التسهيل والكبت يتمان بأثر الناقلات العصبية، فان تركيب وترتيب بعض الخلايا العصبية يساعدان على تنفيذ عمليات التنشيط أو الحظر. لا يعرف العلماء التفاصيل الكاملة لتلك الدوائر من الخلايا التي تتم فيه العمليات. يتم التسهيل إما بتنشيط زمني وإما بتنشيط فضائي وكذلك الكبت أو الحظر.

الصورة رقم ٧ رسم تمثيلي لحلقة الوصل



الحلقة تصنع جسرا كيماويا (الناقلات العصبية) يُسَهِل مرور النبضات.

طول الخندق الفاصل بين منتهى وتر وبدء الخلية التالية يبلغ من الدقة بحيث ان 50,000 خندق يبلغ مجموع طولها ميلليمتر واحد.

ليست الحلقات صفا واحدا. بل تتفرع خطوطها فتكون كالشبكة. الحلقة تقرر ايضا الوجهة التي ستسير فيها النبضة فتنتهي، مثلا في النخاع الشوكي، أو تكمل سيرها الى المخ.

التنشيطان الزمني والفضائي:

اذا كررنا التنبيه أو الاثارة بسرعة معينة في مدة زمنية محددة يزداد عدد الخلايا المهيجة، فتكون الاستجابة اقوى من الاستجابة المعتادة. ازدياد الاجابة (ظاهرة التسهيل لانتقال النبضات) ينشأ من واحد من الحدثين المذكورين ادناه:

1 ـ تكون الخلية المهيجة متصلة بخلايا كثيرة، وحين تصل طاقتها الى حلقة الوصل تكون الطاقة تجميعا لطاقات كثيرة مما يسبب فرزاً مسرفا للمادة الكيماوية في حلقة الوصل، التي بدورها تهيج خلايا كثيرة بعد الحلقة، فتكون النبضة الجديدة اقوى من النبضة الاساسية للخلية الاولى. اذن التكرار في الاثارة زاد في عدد الخلايا النشيطة بعد الحلقة. ولأن على التكرار في الاثارة ان يحدث في مدة زمنية معينة وإلاّ فقد قيمة، فان التنشيط يسمى تنشيطا زمنيا.

2 ـ تنصب خلايا كثيرة مباشرة على حلقة وصل واحدة، فيسبب تجمع النبضات على الحلقة فرزا مسرفا في المادة الكيماوية فتخلق نبضة قوية تجعل خلايا كثيرة بعد الحلقة ان تستجيب وهي عادة لا تستجيب اذا كانت النبضة قادمة من خلية واحدة. المهم ان خلايا تتحد في عملها حين تتجمع عند حلقة الوصل وهذا الاتحاد الناشيء من التجمع يسمى تنشيطا فضائيا.

التسهيل اذن تنشيط زمني أو فضائي، وكما ينشأ التسهيل، ينشأ الكبت، اذ تعمل مجموعة من الخلايا على افساد عمل مجموعة ثانية فلا تستجيب، فتنقطع مسيرة النبضات. الكبت والتسهيل هما من أهم اعمال الجهاز العصبي.

أستل كولين

أستِلْ كولين واحد من الناقلات العصبية، يعمل في منتهى الاوتار الواقعة قبل العقد العصبية في الجهاز العصبي المستقل، وفي اوتار الشعبة الادرينالينية المتصلة بغدد العرق. هذا الناقل موجود ايضا في اعصاب العقد الحركية للعضلات الهيكلية. يوجد استل كولين ايضا في الجهاز العصبي المركزي، ويظن العلماء ان له اثرا في عمل الذاكرة. وجود هذا الناقل في المناطق المذكورة لا ينفي وجود ناقلات ثانية في عقد مختلفة، وهكذا تتميز الخلايا في اعمالها.

حين ترد النبضة الى منتهى وتر ما يتدفق الناقل متواترا (على دفعات متقطعة) من نفاخات في حلقة الوصل، فيغمر الخندق الفاصل بين خليتين ملتقيتين بواسطة الحلقة، ثم يلتصق الناقل بلواقط خصوصية في غشاء الاوتار فيسبب تغيرا في الغشاء (التغير الكيماوي الذي يقلب الاستقطاب الكهربائي المذكور سابقا). يتبع ذلك ظهور نبضة جديدة تكمل مسيرتها، وتكون النبضة الجديدة في الوتر الجديد كما كانت في الوتر الذي جاءت منه الى الحلقة.

ولادة النبضة الجديدة تعزز فرز خميرة مدمرة لناقل النبضات، استل كولين، فيبطل عمل الناقل ولا تمر نبضة الى ان تنتهي مدة الفتور الوجيزة.

الادوية والناقلات

السموم والعقاقير تفعل فعلها بما لها من صفات. بعضها يلتصق بلواقط استل كولين فيبقى الناقل بلا عمل، ولا تولد النبضات، فيتبع ذلك الشلل، اذا اصاب السم منتهى العصب الى عضلة. وبعض الكيماويات تقلد عمل الناقل فتكون شبه الناقل في عمله. واحيانا تسرف السموم في عملها فتشتد حساسية المخلوق حتى لمؤثرات تافهة، فيهيج جهازه العصبي وينهار المخلوق من التشنج. مَسْكارين سم قوي مستخلص من بعض انواع الفطر. وهو من شبيهات الناقل. اما نيكوتين سم التبغ (10 ميلليغرام تقتل انسانا) فهو من حاظرات النبضات، اي مضاد للناقل، لأنه يمنع عمله بلصوق السم الى لواقط الناقل..

السموم والادوية تشبه إما مسكارين وإما نيكوتين حين تتدخل في عمل استل كولين، كما هو مشروح ادناه.

الادوية تثير الجهاز العصبي المركزي إما بكبت الناقلات العصبية الحاظرة لمرور نبضة ما في حلقة الوصل، وإما بتعزيز الناقلات التي تسهل مرور النبضة. النتيجة واحدة: سرعة انتقال النبضات، فاثارة شديدة للدماغ.

ستريكنين يكبت الحظر فتكون الاثارة سهلة واشد مما يستحقه المنبه.

الحظر والتسهيل موزونان عادة ليتم وصول المعلومات الى الدماغ بنظام. حين يفعل الدواء فعله يكون النظام قد انهار فتنتشر الاثارة وتعم الفوضى الجهاز

العصبي. سم كيوراري الفاعل في حلقات الوصل بين خلية عصبية وعضلية يلصق بلواقط استل كولين فيمنع عمل الناقل الذي يسهل النبضة عادة، فيتوقف انتقال النبضات ويصير الشلل (ارتخاء العضلات وفقدان تقبّضها). كان الهنود الحمر يغمسون حرابهم في هذا السم لشل تحركات اعدائهم.

اتروبين المستخلص من نبات (ست الحسن) يعمل ضد استل كولين، فيسبب ارتخاء بؤبؤ العين الذي يتسع، وهذا اساس استعماله محلياً كقطرة في العين للفحص الطبي، واستعملته النساء قديماً لتجميل العين!

الناقلات العصبية في الدماغ:

هي كثيرة، وتتميز بحسب اعمالها ومناطق توزعها في الجهاز العصبي. اوجز قليلا منها، وسيعرف القارىء مناطق الجهاز المذكورة حين يتقدم في قراءة الكتاب.

الجهاز العصبي المركزي غني بهذه المواد واهمها:

دوبامين: هي نصف الامينات البيولوجية في الكمية. تكثر في العقد الاساسية ولا سيما المذنّبة. وتوجد في نويات الحاجز من جهاز الإِرب، وفي المادة السوداء من الدماغ الوسط، وفي نهايات اعصاب مثل العصب الجوّال من الشعبة الكولينية واعصاب الشعبة الادرينالينية للأحشاء.

يعمل كحاظر لانتقال النبضات العصبية اذ يزيد من الاستقطاب الكهربائي على حافتي غشاء العصب. مضاداته مفيدة لمعالجة بعض أنواع الانفصام. اما النقص في تصنيع دوبا فيسبب مرض باركنسون.

نورادرينالين: مشتق من حامض تايروسين، مثله مثل دوبامين يكثر هذا الناقل في نويات اللوزة (من العقد الأساسية الفاعلة في جهاز الارب) وفي النتوء المسنن من قشرة الارب، وفي تحت المهاد والتجمع الشبكي.

سيروتونين: مشتق من حامض تريبتوفين يكثر في القنطرة من جذع الدماغ، له شأن عظيم في ضبط بعض مراحل النوم ولا سيما تلك المميزة بكثرة الاحلام.

يعتقد العلماء أن انخفاضا موروثا للسيروتونين يمهد للكآبة المزمنة والشديدة التي تقود صاحبها للانتحار.

لا تحتكر المنطقة ناقلا بل نجد غيره مثل وجود دوبامين ونور ادرينالين في الجذع وغيره.

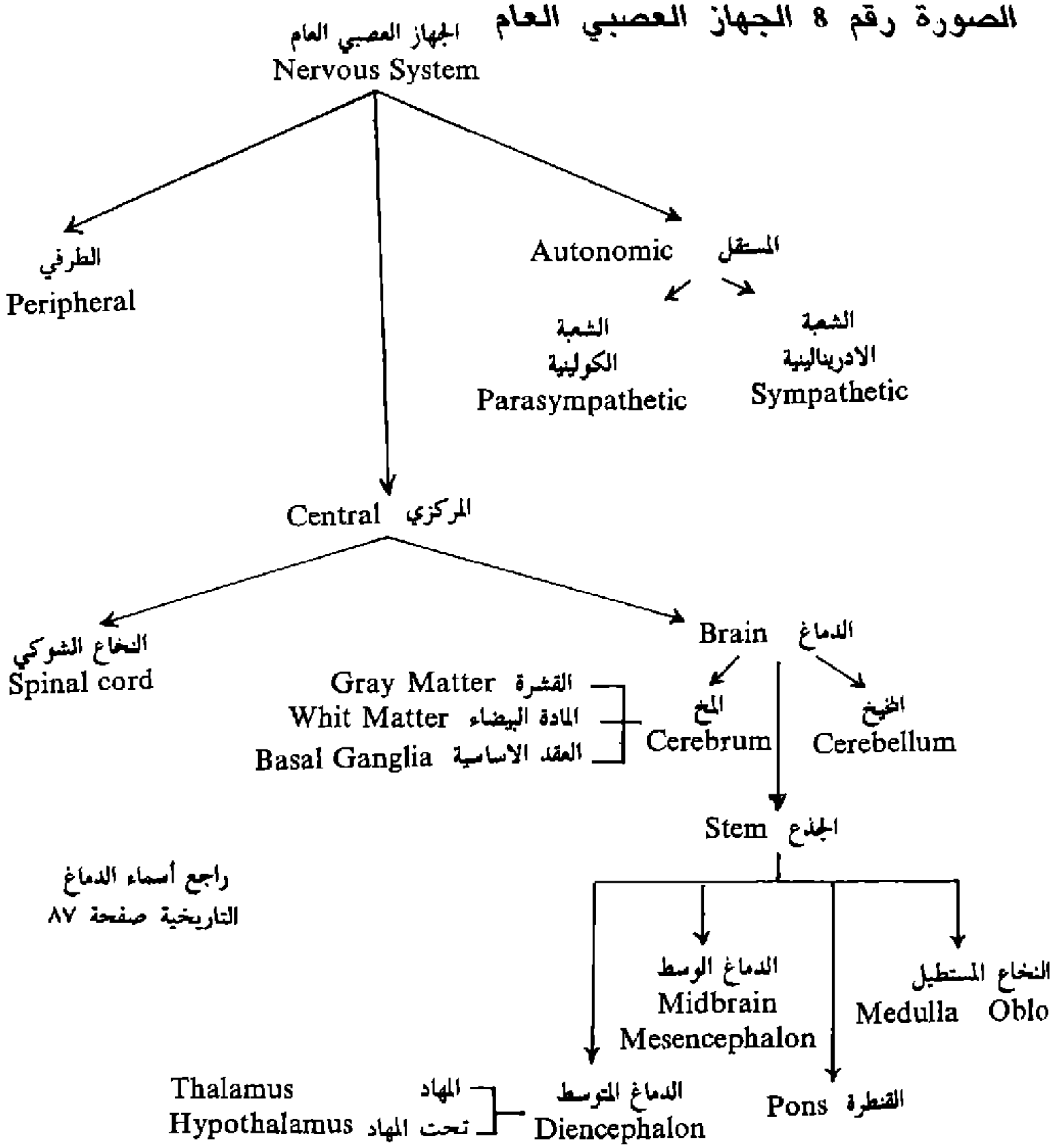
بعض الحمض الامينية (جلوتاميك، جلايسين) تعمل كناقل عصبي يسهل او يكبت مرور النبضات في الجهاز المركزي..

الباب الرابع

التعريف بالجهاز العصبي العام

General Nervous System

الصورة رقم 8 الجهاز العصبي العام



راجع أسماء الدماغ
التاريخية صفحة ٨٧

يضم الجهاز العام الأجزاء التالية:

1 ـ **الجهاز العصبي الطرفي**

2 ـ **الجهاز العصبي المستقل**

3 ـ **الجهاز العصبي المركزي**

التعريفات باجزائه

تسمى الأجزاء بحسب موقعها من البدن وما تقوم به من أعمال؛ وهي:

أ ـ الجهاز العصبي المركزي: هو

1 ـ الدماغ في الجمجمة

2 ـ النخاع الشوكي في العمود الفقري.

مركزيٌ لأن الأحاسيس من الجسم تنتهي اليه، ومنه تصدر الاوامر بالتحرك أو التصرف.

ب ـ الجهاز العصبي الطرفي: هو مجموعة الخلايا واعصابها المنتشرة في اطراف الجسم واحشائه. منها:

1 ـ الحواس الخاصة كالبصر والسمع والشم والتزوق.

2 ـ الحواس العامة التي تنقل احاسيس اللمس والضغط والثقل والالم والتوجُّه والتوازن.

ج ـ الجهاز العصبي المستقل: خلاياه موزعة في الرقبة، وخارج العمود الفقري، فتصطف على طول العمود والرقبة. له شعبتان نقيضتان في الوظائف:

1 ـ الشعبة الادرينالينية

2 ـ الشعبة الكولينية

سمي هذا الجهاز مستقلا لأنه يقوم بأعماله من غير الرجوع الى الدماغ احيانا. هو، حقاً، جهاز طرفي ومركزي معا.

الباب الخامس

الجهاز العصبي الطرفي

Peripheral Nervous System

ترى العين فتعرف انها مقر حاسة البصر، والأذن للسمع، واللسان للتذوق، والأنف للشم. هذه اجهزة في اطراف الجسم تقوم بالحس الخاص.

لكنك تشعر ايضا باللمس والضغط والحرارة. فلا تعرف لها جهازا موحدا ظاهرا كالعين مثلا، انها متتشرة في الجسم تقومَ باعمال الحس العام.

مهما تختلف الاعمال والاشكال، فان الجهاز العصبي الطرفي هو **لواقط** للحس على انواعه، **يلتقط المنبِّه** (ضوء، صوت، رائحة، حرارة)، فيرسل المعلومات الى الدماغ ليفسرها، ثم يصدر الامر **بالاستجابة** (حركة، تصرُّف). لذلك نوجز البحث في اللواقط فقط.

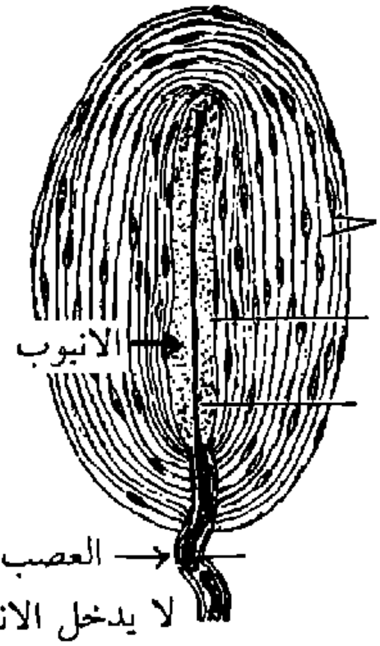
تصنيف اللواقط: لا يوجد تصنيف واحد يجمع الخلايا الحسية ذلك انها تختلف شكلا وتوزيعا ووظيفة، . انما كلها محولات للطاقة تنبهك الى امور كثيرة فتحس ثم تعرف.

1 ـ اللواقط الخارجية أو السطحية: تقع في سطح الجسم وترصد معلومات في المحيط ولربما قادت الى حركات طرفية أو تصرفات. اللمس والضغط الخفيف والالم والحرارة والشم والسمع والبصر كلها تتم بلواقط سطحية. ومنها لواقط ترصد المؤثرات البعيدة كالبصر والشم والسمع وبعض انواع الحرارة كالاشعاع. ومنها لا يعمل الا بتلاصق المؤثر معها كاللمس.

ـ لاقطات في الجلد والاغشية الخارجية. منها ما يستجيب لطاقة ميكانيكية

(اللمس والضغط الخفيف) ومنها ما يستجيب لطاقة كيماوية (التذوق) ومنها ما يستجيب للطاقة الحرارية (حار وبارد).

الصورة رقم 9 لواقط باتشيني ومايسنَر



كُرَيّة باتشيني البيضية للضغط العميق والذبذبات.
إلى اليمين رسم تمثيلي يبين اجزاء هذا اللاقط وصفائحه المغلّفة. يكثر تحت الجلد في اليد والقدم والاعضاء الجنسية. طول اللاقط 3 ـ 4 ميلليمتر، وتخف أعداده في الشيخوخة. الاوعية الدموية تتفرع الى شبكات تغذي الخلايا العصبية المتراكمة طبقات بعضها فوق بعض، فتعطي شكل الصفائح. لواقط الحس بالتوجه والموقع التي تستجيب للشد كما في العضلات والمفاصل تكون مكسوة بدهن كثيف اما التي تستجيب للمس فهي رقيقة الكساء، لواقط الحرارة عارية من الدهن.

كُرَيّة مايسنَر للمس الخفيف



جسم دقيق مستطيل بيضي. يكثر هذا اللاقط في اقسام الجلد الخالية من الشعر كتلك في اطراف الاصابع. لكن الشفاه لا تضم كثيرا منه.
بهذا اللاقط تستطيع التمييز بين لمس في نقطتين معا، فتعرف المسافة بين النقطتين. لواقط اللمس مهدت لمهارة الإنسان اليدوية. بها تعرف الوزن والنموذج وصفات اخرى للأشياء،

مراكز الحرارة في الطبقات الجلدية على نوعين: مجموعة من اللواقط يتفجر نشاطها للدرجات المنخفضة (برودة) وتصل قمتها ما بين 30 ـ 32 درجة مئوية اما المجموعة الأخرى (دفء) فلا تصل قمة التفجر الا بين 37 ـ 40 درجة مئوية.

ليست اللواقط مجرد «ميزان حرارة» إذ فيها سُلُّمٌ حراري متدرج بين الحرارة الباطنية وحرارة الجو، فلا تستجيب لتغير في الحرارة الا إذا اخل التغير بالتوازن. واذا لم يتغير سلم التوازن فان المؤثر غير محسوس فلا تشعر بحرارة أو برودة، وهذا ما يحدث حين تكون حرارة المؤثر مثل حرارة الجسم أو حين نستعمل عازلات الحرارة.

اما الشيء الموصل للحرارة والذي يسحب الحرارة من الجسم فانه يجعلك تشعر بالبرد، والذي ينقل الحرارة إلى الجسم يشعرك بالسخونة. رأس الحية عند حفرة الوجه يفوق اعضاء الكائنات في حساسية لواقطه إذ يميز فرقاً بقدر 0,002 درجة اما جلد اللبونات فانه حساس لفرق يساوي 0,15 من الدرجة.

لواقط الضغط في اصابع الإِنسان حساسة جدا فتتفجر لضغط يساوي نصف غرام على ميللّيمتر مربع.

ـ لواقط البعد: تستجيب لمؤثرات بعيدة. (الانف الذي «يشم» على بعد يعمل بالطاقة الكيماوية. والاذن (طاقة ميكانيكية) والعين (طاقة ضوئية ـ كيماوية) ولواقط الحرارة (طاقة حرارية).

2 ـ **اللواقط الداخلية او الباطنية**: ترصد حالة الجسم الباطنية. منها ما هو للاحشاء فترصد ميكانيكيا حركات المعدة والقلب والرئة والمثانة، أو كيماويا فتستجيب لتغيرات السوائل في الجسم بتغير الملوحة والحلاوة. منها ما يرصد المؤذيات، ومنها ما يرصد حالة الدماغ العام.

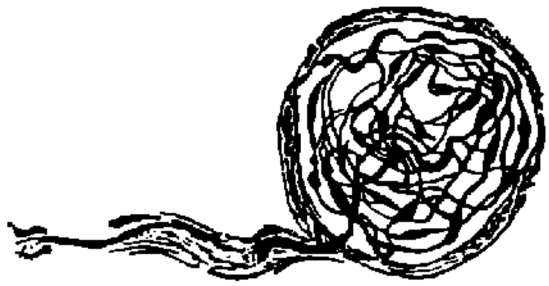
هذه اللواقط تُشعرك بالجوع والعطش والجنس والتذوق، والاحساس بالألم الباطني، والشعور العام بالانشراح أو بالضيق، وترصد تغيرات التنفس والدورة الدموية.

الجهاز العصبي المستقل يضبط قسما كبيرا من انواع الحس الباطني. الشم

يؤثر في حساسية الاحشاء فيصبح انتماءه جزئيا الى هذه اللواقط.

الصورة رقم 10 لواقط للحس العام والحس الخاص

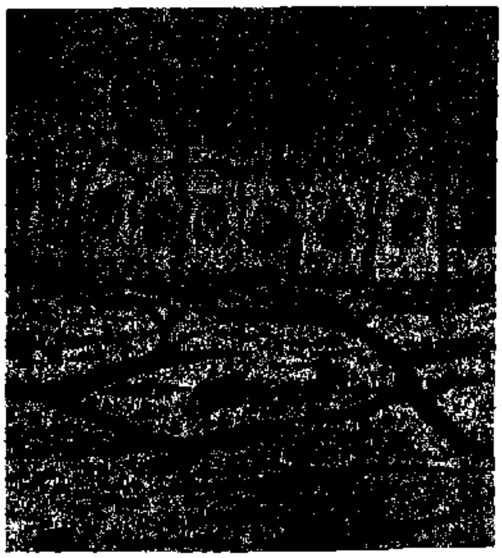
لاقط اللمس في غشاء الجفون



بصيلة كراؤس

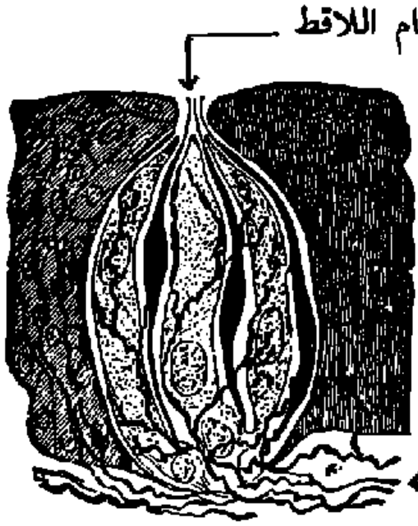
يكثر هذا الشكل في الفم واللسان. والاست ورأسي القضيب والبظر، من هذه الانواع توجد لواقط الحرارة (البرد)

منتهى اعصاب الحس في غشاء القرنية



أكثرها شيوعا ولا سيما في طبقات الجلد. ينتهي العصب الى شعيرات يتكون منها هذا اللاقط البسيط.

لاقط التذوق في اللسان



تتجمع لواقط التذوق في حُلَيمات تتوزع في انحاء اللسان، وتختلف مناطق اللسان في حسها. خلف اللسان للمرارة. الحموضة للجانبين. الملوحة على اللسان كله ولا سيما المقدمة. الحلاوة لمقدمة اللسان. الطعم لا ينسجم مع طعم آخر إلا في مزج المر والحلو او الحامض والمالح، فيظهر عندئذ احساس جديد.

عدد حليمات التذوق يخف ولا سيما بعد سن الستين، فينخفض مرة ونصف المرة بالنسبة لسن العشرين ويتدهور بعدئذ إذ ينخفض 6 مرات عند الثمانين.

3 ـ **لواقط الشعور بالحركة والموقع**: تتسلم هذه اللواقط المنتشرة في المفاصل والعضلات معلومات تتعلق بالمواقع الفضائية للأطراف والجذع. منها ما يدخل الوعي اي تصل المعلومات الى الدماغ فتعرف أو تشعر بحركة اصبعك وموقعه بالنسبة للجسم والمحيط، بهذه اللواقط تستطيع ان توجه اصبعك لتلمس انفك، مثلا، وانت مقفل العينين.

تنتشر هذه المراكز في نهاية الاعصاب كتلك في الركبة. ثم هنالك لواقط في العضلات ترصد حالتها من شد وارتخاء ولو لم تشعر بها ذلك ان اكثر هذه المعلومات تنتهي في النخاع الشوكي دون مستوى الوعي. اما الرصد الواعي لمواقع اجزاء الجسم فانه يساعدك على تنظيم الحركات والتحركات فتدرك وضعك الفضائي. يجوز اعتبار اللواقط هذه ولواقط الضغط الثقيل ضمن اللواقط الباطنية، وتستجيب هذه اللواقط للطاقة الميكانيكية.

ثم هنالك لواقط في الاذن مستقلة عن لواقط السمع فترصد توازن القامة وما تشعر به حين تدير رأسك وحين تدوخ! التوازن يعتمد ايضا على معلومات واردة من العين والمفاصل.

تعليق على لواقط الحركة

شدة العضلات: هي الحد الادنى من التقلص الدائم للعضلات. وهو الركن الذي يبني فوقه مزيد من التقلص حين تنفذ العضلات وظائفها الحركية. الشدة الجيدة تمهد لاستجابات سريعة وفعالة حين تثار العضلات سواء احركات طوعية قامت بها العضلات ام ردود فعل آلية. واذا فقدت العضلات حدها الادنى فانها ترتخي وتشل. شدة العضلات قائمة ذاتيا بعمليات فسيولوجية آلية لا حكم لك عليها. التجمع الشبكي وآليات اخرى في جذع الدماغ تعدل مستوى الشدة.

لواقط الشد: شعيرات عصبية دقيقة ومغلقة ومغموسة في جوف العضلات على شكل مغزل وتسمى المغزل العصبي، تعمل بردود فعل آلية لرصد شدة العضلات، هذه الاجهزة معقدة جدا وتنتمي الى اللواقط التى ترصد الحركات والمواقع الباطنية وليس لها علاقة مباشرة بتحرك العضلات.

الحس الذي تقوم به هذه اللواقط لا يدخل مستوى الوعي بينما حس المواقع

والحركات الطوعية هو حس من عالم الوعي.

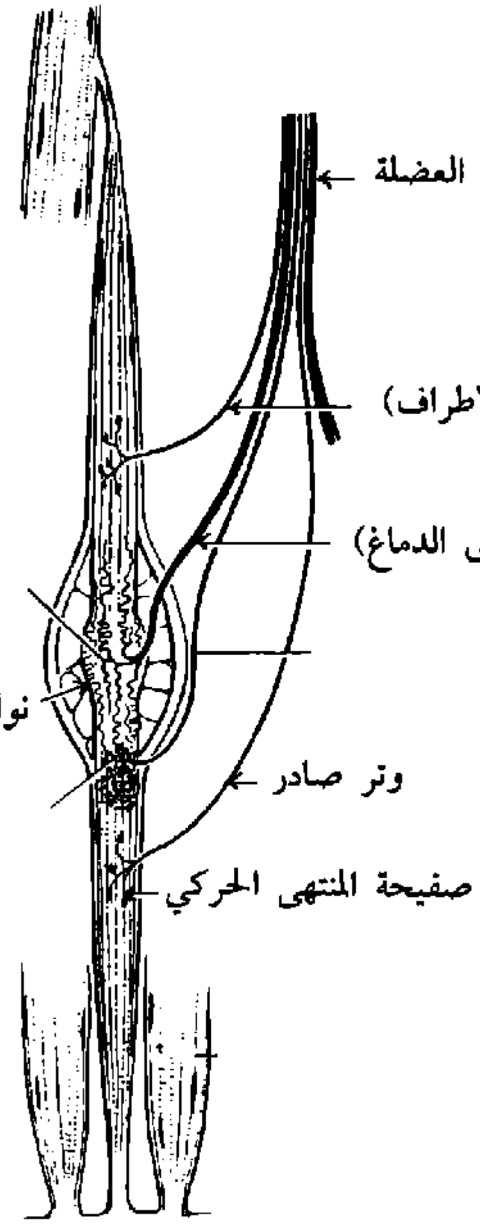
معنى اللمس الدقيق: اللمس الدقيق يجعلك تعرف الاشياء. تعرف المفتاح اذا لمسته وانت مقفل العينين. واللمس الدقيق يجعلك تميز بين لمس في نقطتين معا، كما لو وضعنا البيكار على جلدك.

اوتار الحس للّمس الدقيق، وللشعور بالتوجه ولاحساسك بالذبذبة، تسير في ممر عصبي واحد. المهم ان اللمس من اعلى انواع الحس العام تطورا في الإِنسان. واللمس الدقيق هو غير لمس أو ضغط عميق.

للحس مقياس فضائي ومقياس زمني

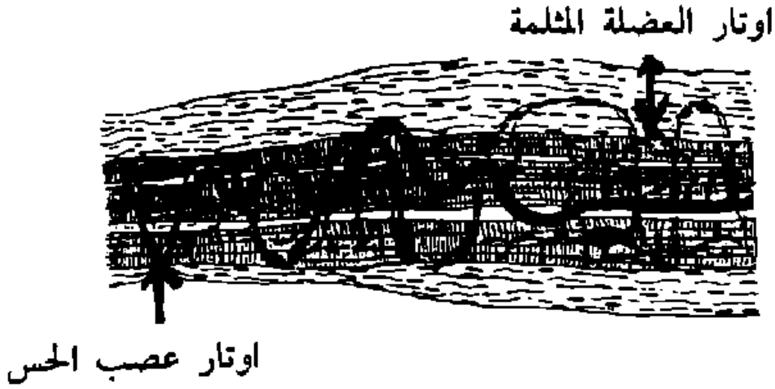
رأينا ان الإِنسان يستطيع معرفة الوجهة والموضع في الحركة وفي اللمس. ثم ان الحواس مهيأة لتميز ما هو فوق وتحت، وشمال ويمين. كلها تدل على ان للحس صفة قياس المسافات والاتجاهات والمراتب (مقياس الفضاء). وللحس قدرة على تمييز زمني. حين تلامس شوكةٌ رنانةٌ جلدك على عظمة في احد مفاصلك فانك تشعر باهتزازاتها (ذبذبة). ان موقع اللمس لم يتغير لكن ما تغير هو التوقيت أو «ايقاع اللمس». الحس بالاهتزاز هو من الحس العام ولا يتصف بلواقط خصوصية،. . تشعر بالاهتزاز نتيجة تعديل لحاسة اللمس والضغط فتشعر بالايقاع الزمني. يتم التعديل الزمني أو اعطاء عنصر تمييز الوقت لحاسة اللمس والضغط نتيجة اشتراك وحدات عصبية خصوصية مع لواقط اللمس والضغط.

الصورة رقم ١١ رسم تمثيلي للمغزل العصبي - العضلي



بهذا اللاقط للتوجه العضلي تعرف مواقع العضلات ووجهتها الحركية. الناقل العصبي هو أسِتِلْ كولين.

الصورة ادناه: المغزل العصبي ـ العضلي كما رسمه كاجال (R. Cajal) العالم الاسباني، من عمالقة الرواد للنسج العصبي.



اللواقط محولات للطاقة: اللواقط محولات للطاقة مما يمهد الى انتقال اثر المنبه كطاقة كهربائية. مهما تتنوع اللاقطات في شكلها ووظيفتها وموقعها فانها كلها تحول طاقة ما الى طاقة واحدة هي الكهرباء. صوت يهز شعيرات في الاذن فتهتز لتحرك المطرقة فتضرب السندان ويتحول الصوت الى نبضة كهربائية. عدسة العين تركز الضوء وتعكس الصورة على الشبكة فتحدث تغيرات كيماوية تنتهي في نبضة كهربائية. اللواقط اذن تحول الطاقة الميكانيكية والضوئية والحرارية والكيماوية الى نبضة كهربائية. الشيء يصبح نبضة كهربائية تنتقل الى الدماغ لتصبح رمزاً أو معنى لذلك الشيء! ولا نعرف اسرار هذا التحويل. المحرض يولد طاقة في اللاقط (التوتر المولِّد) فتنقل الى العصب الصادر من اللاقط الى «توتر فاعل» وتجري في العصب كنبضة حتى تصل الدماغ أو مراكز دون الدماغ. راجع (الكهرباء في الاعصاب).

الطاقة المولدة في اللاقط تعتمد على قوة المحرض، فاذا كان المحرض ضعيفا فانه يعجز عن توليد الطاقة فلا تشعر به. الطاقة المولدة اذن غير ثابتة، فهنالك حد ادنى لقوة المحرض ليُحْدِث هذه الطاقة. اما اذا حدثت فان النبضة الكهربائية ثابتة. اي ان النبضة واحدة متى تخطى المحرض الحدّ الادنى لتوليد الطاقة في اللاقط. اذا إرتفعت قوة المحرض اكثر مما هو ضروري لتسجيل اثره فان النبضة الجارية في العصب لا ترتفع بارتفاعه بل يزيد عددها (الذبذبة). من الطبيعي ان تحول اللاقطات معلوماتها الى نبضات كهربائية لأن الدماغ لا يفهم الا لغة الكهرباء وبها يرسل القرار.

(بنية اللاقط): اللاقط ثلاثة اجزاء:

1 ـ جزء غير حساس انما يساعد على تجميع المعلومات. عدسة العين مثلا تعمل ما تعمله اي عدسة زجاجية، اي تركيز الضوء وعكس الصورة. ثم العضلات التي تساعد التوجيه وتحريك الجفون وغير ذلك.

2 ـ جزء حساس يتأثر بالطاقة الواردة من المحرض. شبكة العين غنية بالخلايا العصبية التي تحدث فيها التغيرات الضرورية لالتقاط الصورة التي عكستها العدسة. هنا تتفجر الطاقة المولدة التي ستنشأ منها الطاقة النابضة الجارية في الاعصاب بعدئذ.

3 ـ جزء ناقل للنبضة: في العصب تنشأ الطاقة النابضة الجارية فيه. العصب الناقل اما جزء من الخلية الحساسة المحولة للطاقة واما متصل بها الا انه ليس من بنيتها. الطاقة النابضة تسير في العصب حتى تصل الى وصلة عصبية حيث يلتقي عصب بآخر فتتحول اولاً الى طاقة مولدة لتظهر كذلك بعد الحلقة ثم تتحول الى طاقة نابضة تتابع سيرها بعد ذلك.

ذكرنا ان الطاقة المولدة في اللاقط تعتمد على قوة المحرض فلا تتفجر الا اذا بلغت قوة المحرض حدا ومستوى معلوما. الا ان محرضا ضعيفا ينجح في اثارة اللاقط اذا استمر في اثارة اللاقط بسرعة.

الغريب ان مؤثرات صوتية تولد نبضة كهربائية تشبه تلك التي تولدها مؤثرات ضوئية، لكن واحدة يفسرها الدماغ كحدث مسموع وآخر كحدث مرئي. تمييز النبضات بحسب مصدرها هو من وظائف العصب الناقل. نبضة جارية في الممرات العصبية للسمع ستظهر دائماً كصوت. هذه الصفة الملازمة تعطي الاوتار قدرة اضافية فالعصب لا ينقل النبضة بل يخلقها وان كانت الطاقة مولدة في اللاقط. ثم ان العصب يضفي عليها تميزا يمنع اختلاطها ونبضات في ممرات اخرى. ابسط دليل على هذه الصفة المميزة للعصب هو انك لو اغمضت عينيك وخبطك شخص على وجهك قريبا من العينين لرأيت لمعانا او ضوءا! اي ان العين خضعت لمؤثرات غير ضوئية ولأن العين لا تستجيب الا الى طاقة ضوئية فان ما رأيته من ضوء هو نتيجة النبضة التي جرت في العصب. اي العصب ارسل الى الدماغ نبضة تعني «البصر» والمطلوب من الدماغ تفسير «هذا الضوء». بديهي ان لواقط اخرى كلاقطات الالم والضغط ستبلغان الدماغ ما حدث فتعرف ان اللمعان المرئي ليس ضوءا بل هو طاقة ميكانيكية (الخبطة)!.

اللواقط تحول طاقات مختلفة الى طاقة كهربائية واحدة، والاعصاب تسجل النبضة، وتميزها وتفرق بين نبضة السمع والبصر. اما الدماغ فيقوم باضفاء النماذج على السمع أو البصر. العصب لا يعرف المربع من المستطيل ولا الاحمر من الازرق، بل يعرف ان النبضة بصرية. (كل نموذج له نمط مرتب من النبضات) اما تفسير النموذج فهو عمل المراكز البصرية العليا في الدماغ. عمليات التقاط المؤثرات وارسالها الى الدماغ معقدة جدا وتستغرق وقتا اطول مما يستغرق تفسيرها في الدماغ.

الحواس محدودة في قدراتها

الاصوات والالوان والحركات والاشياء لا تعد ولا تحصى في المحيط، انما لا يلتقط الإِنسان الا جزءا صغيرا منها إما لأنه لا يهتم بمنبه ما، وإما لأن حواسه (لواقطه) لا تستطيع التقاط بعض المنبهات.

عيوننا لا تلتقط شعاعات ضوئية تقع موجاتها دون البنفسجي فلا نرى ما تراه النحلة. اذاننا لا تسمع اصواتا تفوق ذبذباتها 20,000 دورة في الثانية، فلا تسمع ما يسمعه فأر.

أكثر قدرات الحيوان الحسية تفوق مثيلاتها في الإِنسان، وبنية العين في الحشرات تختلف عنها في الفقريات، فالحشرات لا ترى الصورة بجلاء لكنها تميز الحركات بدقة. الحشرات ترى الوانا تميل الى الموجات القصيرة فترى ما تحت البنفسجي ولا نراه، وتميز النحلة اللون الأخضر الفاتح من الزهرة من لون الورقة القريبة منه، ولربما رأت ازرق او اخضر ما نراه ابيض. تستطيع النحلة رصد الضوء المتذبذب في حقل واحد كلما تغيرت زاوية الشمس وهذا ما لا نستطيعه. العين البشرية ترى كل ضوء تزيد ذبذبته على خمسين دورة في الثانية كشعاع متواصل اما النحلة فتراه خافقا.

اكثر الحشرات ترى الاحمر اسود أو رمادي داكنا. الخفاش يهتدي بموجات صوتية (السونار) والاسماك تعتمد احيانا الموجات الكهربائية للتحسس. القطط والكلاب مشهورة بحاسة الشم، وغيرها بالسمع.

الضفدع الجوعان يهجم على اشياء صغيرة مدورة سود تتحرك قريبا منه ولا يستجيب لاشياء كبيرة. وهذا معقول لحيوان يقتات ذبابا! تشريحات عين الضفدع اثبتت ان حقل الرؤية عنده اصغر من ان يلحظ اشياء كبيرة. انثى العث تفرز عطرا من مادة كيماوية واحدة فيلحقها الذكور من مسافات بعيدة وعند الاخصاب ينقطع افراز هذا العطر.

اذن القدرات الحسية نفسها محدودة فتعمل على تنقية الجو من مؤثرات لا تهم الحيوان. اذا كانت التصفية الاولى واقعة في الحواس والاطراف فلا بد من تصفية ثانية لأن المعلومات الواردة الى الدماغ تظل اكثر مما يحتاج اليها الدماغ.

ثم ان التخصص ليس من شأن الحواس وان كانت محدودة. من الطير ما يقتات بيضا، والعين لا تستطيع تقرير ما اذا كانت البيضة للأكل ام للحضانة. اذن وظيفة التخصص تقع في الدماغ الذي ينتقي ما يلزم من سيل المعلومات الواردة وهنا تقع مراكز التصفية النهائية.

لا تنتهي كل النبضات الحسية في قشرة المخ، فمن احساسات الالم ما ينتهي في النخاع الشوكي، ومنها ما ينحصر محليا، فاذا استعملنا عقاقير تمنع مسيرته لا تكمل النبضات مسيرتها. استقلال المراكز للألم مثلا يسهل استعمال مخدرات موضعية، أو مخدرات تفقد الإِنسان شعوره في نصف من جسمه. لكن المخ سيعرف ذلك ان عاجلا أو آجلا. اذن، لواقط الحس العام لا تتجمع في عضو واحد كما في العين أو الاذن.

المهم ان الإِنسان يكتسب معلوماته الاولى من خلال حواسه وبعد ان يفسرها الدماغ. الحواس رسل الدماغ الى الخارج، ويبقى الإِنسان سجين حواسه، ذلك ان المذاق واللون والرائحة والصوت وغيرها من المدركات مصطلحات نسبية، أو غير مطلقة. مهما تصف للأعمى جمال الالوان فانه لن يفهم معناها، ولا يتساوي اثنان في وصفهما للحس الواحد من الألم، ذلك ان الخبرات الشخصية وذكريات الإِنسان هي كلها من عناصر التفسير أو الاحساس الفردي.

الباب السادس

الجهاز العصبي المستقل

Autonomic Nervous System

هو مجموعة عقد نشأت من الجهاز المركزي، ثم استقلت في اعمالها، واصطفت على جانبي الرقبة والعمود الفقري، وتؤثر في اعضاء كثيرة من الجسم. اكثر اوتارها عارية من الدهن، ولا سيما الواقعة بعد حلقات الوصل.

يسمى بالمستقل لأنه يضبط عمليات فيسيولوجية وحركات عضلية خارجة على ارادتك. ولا تأتمر بامرك، ولذلك نسميها عمليات آلية اتوماتيكية. القلب، مثلا لا يخفق بأمر منك، كما تتحرك اليد حين تشاء. بالاضافة الى القلب، توجد حركات آلية مثل التنفس. صحيح انك تزيد وتنقص الزفير والشهيق، لكن التنفس الاساسي ليس من طوعك. وهناك تقلصات بيت الرحم التي تشتد حين الولادة، وحركات الامعاء التي اذا تشنجت واشتدت اوجعتك (المغص). ثم هناك عمليات فيسيولوجية كفرز الهرمونات التي تعمل بحسب الحالات الطارئة.

العضلات الطوعية الخاضعة للجهاز المركزي، مثل عضلات الساعد، تكون محززة أو مثلّمة، ولونها احمر. هذه **عضلات البدن**. اما العضلات اللاطوعية مثل عضلات الامعاء، فهي مالسة، ولونها ابيض. **هذه عضلات الاحشاء**. تشذ عضلة القلب فهي حمراء، لا طوعية.

الجهاز المستقل شعبتان:

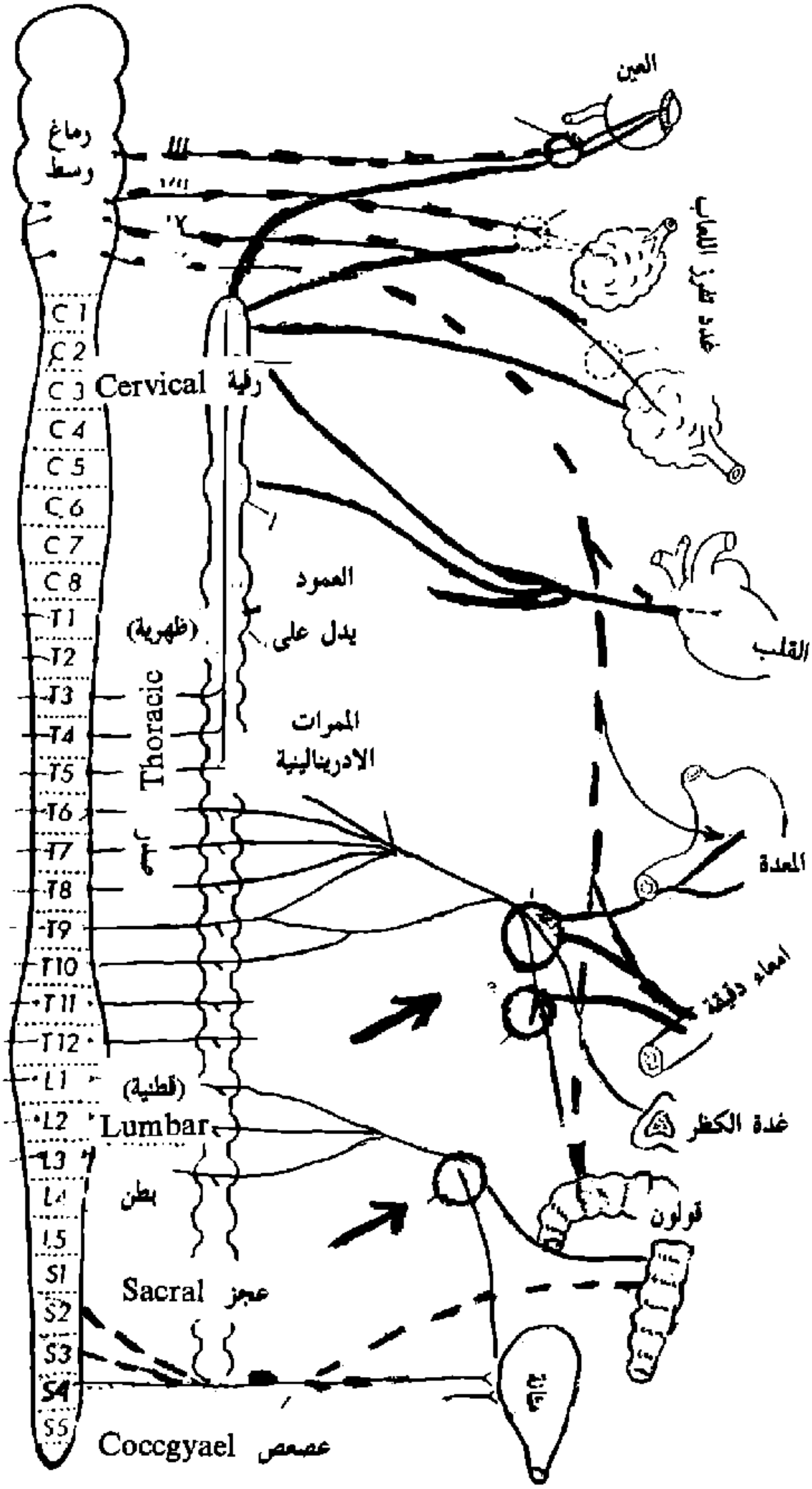
1 ـ الشعبة الادريتالينية.

2 ـ الشعبة الكولينية.

الجهاز المستقل معقد في تركيبه وترتيبه وأعماله. نوجزه كما يلي:

١ ـ الشعبة الادرينالينية: الجذوع العصبية لهذه الشعبة حزمتان متوازيتان ممتدتان من قعر الجمجمة عند الرقبة الى العصعص.

2 ـ الشعبة الكولينية: مجموعتان من العقد، اولاهما في الجمجمة، وثانيهما حول العجز.



الصورة رقم 12

شعبتا العصبي المستقل

الخطوط المقطعة للشعبة الكولينية. اربعة تقع عقدها في الجمجمة. وثلاثة في اسفل العجز. الخطوط غير المقطعة هي للشعبة الادرينالينية.

العقد لا تتصل رأساً بالاحشاء، بل تتصل بعقد عصبية قريبة من عضو الاحشاء الخاضع لها (اشارة السهم تدل على بعض العقد الطرفية).

ارقام الفقرات توازي ارقام العقد بحسب موقعها.

بعض اعضاء الاحشاء الخاضعة للمستقل. اغشية مخاطية كما في الأنف والحلق والفم، اوعية دموية الكبد، البنكرياس، الرئة، كلى واعضاء جنسية.

الناقلات العصبية في الشعبتين

الشعبتان متشابهتان ومختلفتان في ما تفرزان من ناقلات عصبية كيماوية في نهايات الاعصاب عند حلقات الوصل. نستطيع ايجاز ذلك بالقول:

كل الاوتار العصبية الكائنة قبل العقد الرئيسية تستجيب للناقل استل كولين، سواء للشعبتين.

اما اوتار ما بعد العقد الطرفية فتختلف. استل كولين هو الناقل للشعبة الكولينية. نور ادرينالين (شقيق ادرينالين الموجود في جوهر غدة الكظر) فهو الناقل لاوتار الشعبة الادرينالينية، الخارجة من العقد الطرفية الى اعضاء الاحشاء مثلاً.

الشدة والطوارىء: الشعبة والادرينالينية تؤثر في غدة الكظر الصماء التي تفرز هرمون ادرينالين من جوفها، فيكون الجسم مستعدا لمواجهة الطوارىء من دفاع وهجوم وهرب. يكون الجسم في حال عاطفي شديد (خوف، غضب، قلق)، ولذلك سميت الشعبة الادرينالينية (الشعبة الوُدِّية). لا تقتصر الاثارة في غدة الكظر بل تطال غدداً خارجية فارزة للعرق، وتهيج العضلات المالسة في الامعاء. وهذه الشعبة تزيد من خفقان قلبك، ودوران الدم في الاطراف، ويتسع بؤبؤ العين. كلها حال شديد من التعبئة القوية الضرورية لجهد عنيف.

الجسم لا يقوى على تحمل الشدة الطارئة، الشعبة الكولينية تنقض كل ما تعمله الشعبة الادرينالينية، فينهار الجسم بعد مدة قصيرة من المواجهة (راجع جهاز الإِرب).

شبيهات الادرينالين تجعلك تعطش، اما المضادات او مواد الشعبة الكولينية تجعلك تمتنع عن الشرب لأنك لا تشعر بالعطش. وهنا نجد الاساس لإِستعمال اتروبين الذي يوسع بؤبؤ العين، لأنه مضاد استل كولين، فتقوى الوظيفة الادرينالينية.

التوازن بين الشعبتين

التناقض العملي بين الشعبتين منفي بعمليات تكفل الانسجام بينهما فلا يطغى واحدٌ على اخيه. اذا ما واجه الإِنسان طارئاً يبغته فإن الشعبة الادرينالينية تهيؤه

للشدة، فيرتفع خفقان القلب، ويتسع البؤبؤ ليساعد على حدة التحديق، وتتحول الدورة الدموية الى الاطراف، وينشف حلقه، ويتصبب عرقه، ويشعر بفراغ (هبوط) في الاحشاء. لكن هذا الحال لا يدوم، اذ تتدخل الشعبة الكولينية فتعمل الضد. واذا ما استمر الحال طويلا، والجسم غير مخلوق لذلك، ينهار ويصاب الإنسان بما يسمى (الصدمة). الشدة تسبب اضطرابات في عمل الغدد والاعضاء الخاضعة لهذا الجهاز. تحت المهاد في الدماغ يؤثر في عمل الجهاز المستقل كما سنبين. يبدو على المرء ذهولا كاملا وعيونا متحجرة. الجهاز العصبي المستقل يشارك جهاز الارب لتعبئة الجسم في الحالات الطارئة.

الباب السابع

التعريف بالجهاز العصبي المركزي

Central Nervous System

تعريف:

الجهاز العصبي المركزي مصطلح يجمع:

1 ـ الدماغ: كتلته في الجمجمة. هو المخ والجذع والمخيخ.

2 ـ النخاع الشوكي: كتلته في العمود الفقري.

ـ اعضاء الجهاز المركزي الظاهرة عيانا مبينة في الرسم التمثيلي التالي

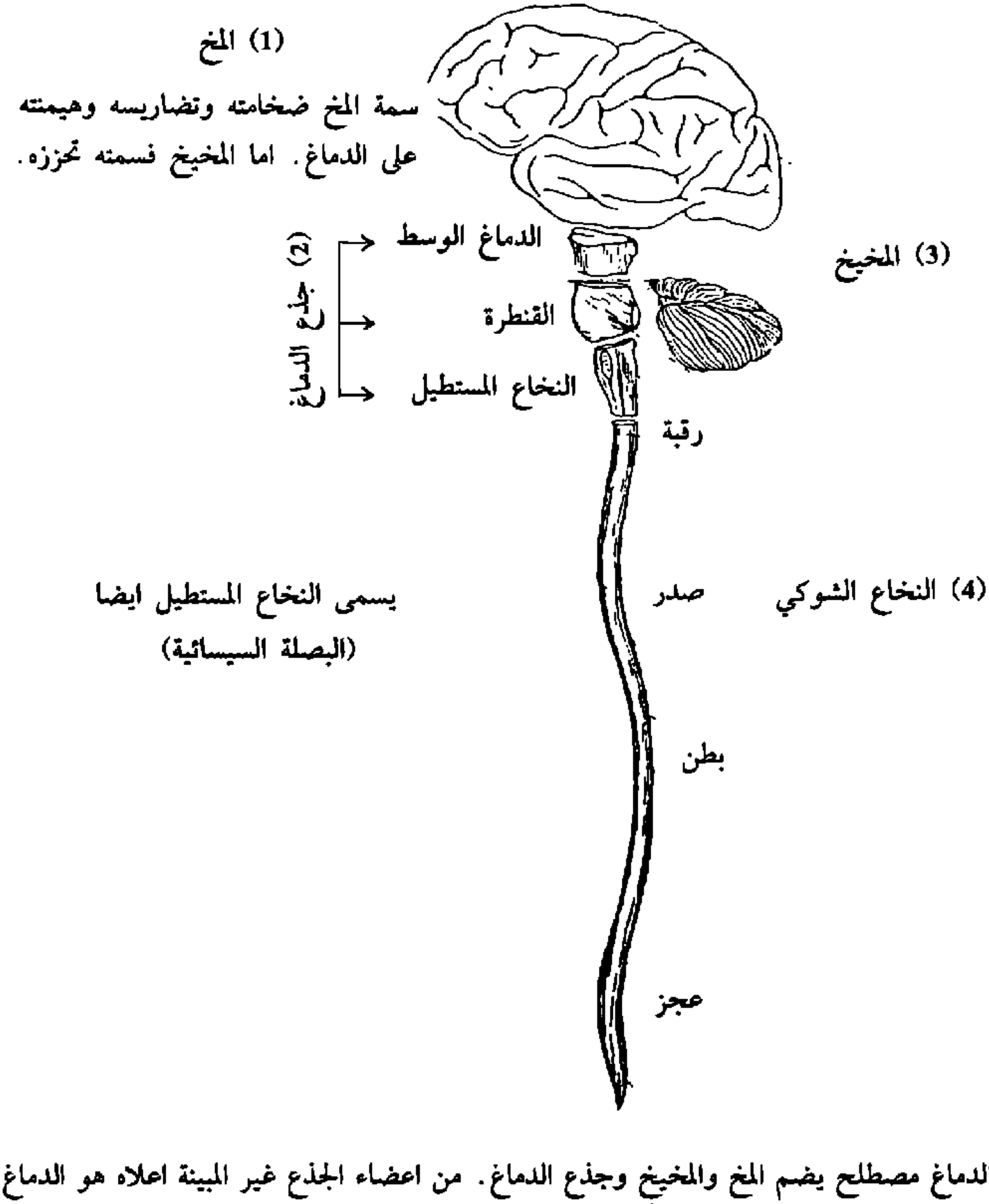
ـ كتلة المخيخ محززة، وفيها انعراجات وطيات لكنها قليلة بالنسبة لتضاريس المخ، وهي من طراز آخر.

المخيخ هو مجموعة المراكز الضابطة للتوازن والتحركات الدقيقة واستواء القامة المنتصبة. كان للعالم إِكِلِزْ شأن عظيم في استكشاف اعمال المخيخ.

في القامة المنتصبة في الفضاء توجد عضلات تشدك الى محور الجاذبية في الارض، وغيرها يشدك الى الجهة الضد. المخيخ يضبطها فيعدل القامة الى استواء.

في المخيخ 30 ألف مليون خلية عصبية وأكثر. منها 30 مليون خلية بركنجي، كلٌ تتسلم نبضات من 80,000 وتر متواز تلتقي عند حلقات الوصل مع شعيرات خلية بركنجي، وهناك أوتار ثانية للخلية تمدها بالمعلومات، وغيرها يصدرها.

الصورة رقم 14 منظر جانبي للجهاز المركزي
الشمال هو جهة الجبين



ـ الدماغ مصطلح يضم المخ والمخيخ وجذع الدماغ. من اعضاء الجذع غير المبينة اعلاه هو الدماغ المتوسط (المهاد وتحت المهاد) داينسفِلُن الموجود تحت القشرة او المخ. رتبت الجهاز العصبي بحسب ما تراه العين المجردة تجنبا للدوخان بين كثرة الاسماء والاجزاء. راجع الاسماء الكثيرة للدماغ في صفحة 87

الصورة رقم 15 النخاع الشوكي

من الخلف



الصورة تبين شكل الفقرة وما في جوف العمود من اعصاب. هو شريك الدماغ في محطات ضابطة للحس وللحركة، واليه ترد ممرات عصبية جليلة (راجع الممرات الهرمية) وله أغشية مثله مثل الدماغ.

الخلايا الدهنية
وشبكة الدم

النخاع الشوكي

Spinal Cord

يكون عموديا للجمجمة بعد اتصاله بجذع الدماغ. الثقب الكبير في قعر **الجمجمة** هو منفذ الدماغ الى شريكه، النخاع الشوكي.

وزنه في الإِنسان 35 غرام، وطوله 40 ـ 45 سنتمتر. قطره متقلب بمعدل سنتمتر واحد.

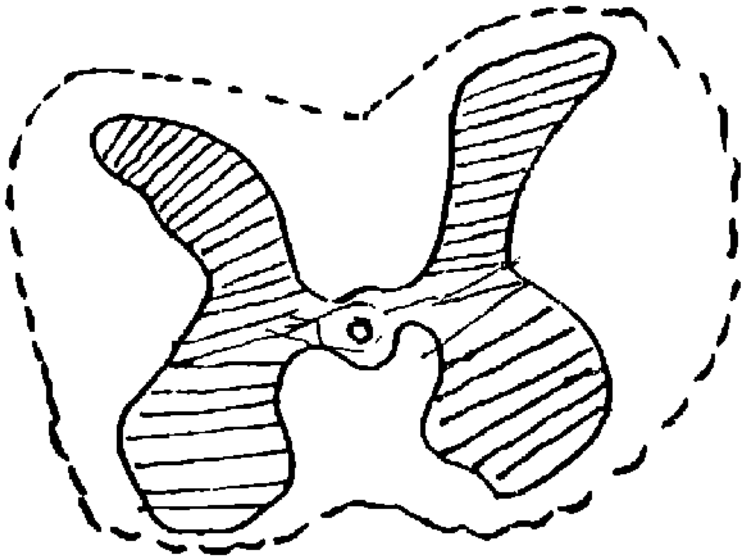
العمود الفقري مقسوم الى 33 فقرة مستقلة إلاّ في العجز ودونه. تسمى الفقرة وتُرقم بحسب موقعها (الرقبة 7، الصدر 12 وهي ظهرية، البطن 5 وهي قَطنيَّة) ويوجد في العجز خمس، تظهر كقطعة واحدة، **وكذلك** دونه حيث اربع **فقرات** عصعصية تكون قطعة واحدة.

طوله في الإِنسان 70 سنتمتر تقريباً.

تجتمع في النخاع ممرات حسية مختلفة فتحزم اوتارها معا في حزمة واحدة، نسميها الجذع العصبي الذي يصعد الى الدماغ. ويتفرع كل ممر لينتهي في مركزه النهائي. ونستعمل كلمة «ممر عصبي» حصرا لاعصاب تحمل نوعا من الحس، مثل الممر البصري وهذا لا يمر في النخاع الشوكي.

خلايا النخاع: كتلته رمادية تضم اعداداً من المحطات العصبية مذهلة لكثرتها. خلاياه مرتبة داخل الفقرات، فتظهر كنجمة أو فراشة، بعد قطع الكتلة الى ما هو فوق وتحت.

الاجزاء الرئيسية للكتلة الرمادية هي **القرن الامامي** من جهة البطن، **والقرن الخلفي** من جهة الظهر، كما هو مبين في الصورة التالية. الخلايا هنا شكلها مثل القرن، مثلما خلايا المخ الحركية هرمية الشكل.



المادة الرمادية (المنطقة المحززة، خلايا قرنية) وحولها المادة البيضاء.

الدائرة الصغيرة في وسط الكتلة الرمادية، قنال مركزي، ثقب صغير تخرج منه أوتار الخلايا كحزمة من أعصاب حسية وحركية. بعد خروجها تنقسم الاعصاب الى فروع أمامية للحركة، وخلفية للحس.

الاعصاب الشوكية هي من النخاع الشوكي واليه. كل حزمة تحمل معلومات الحس والحركة ثم تفترق كما هو مذكور اعلاه.

1) العقد المجمعة في القرون الامامية هي محطات تتسلم الاوامر الحركية الصادرة عن المخ. وفيها ايضا مراكز مستقلة تضبط حركات عضلات التنفس.

2) اما عقد الخلف فهي محطات تتسلم الحس الوارد الى المخ من الاطراف. هنا مثلا، نجد حزمة تحمل مجموعتين من اعصاب الحس. واحد للشعور باللمس وبالضغط. وثانية للشعور بالحركة نفسها وموقعها وتوجهها بحسب تحرك الاطراف.

احدى وثلاثون زوجا من الممرات الضخمة الصادرة والواردة تكفل الاتصال بين المخ واطراف الجسم من خلال النخاع الشوكي.

اما خارج العمود الفقري وعلى امتداده تقع سلسلتا الجهاز العصبي المستقل، وتتصل عقده بالنخاع الشوكي بواسطة اوتار خصوصية.

المهم ان كل عصب شوكي ينشأ من خلايا منطقة ما في النخاع الشوكي، ينقسم الى جذرين أو مجموعتين.

المجموعة الخلفية للحس، وهي غالباً ما تكون اغلظ من المجموعة الامامية للحركة. اوتار الخلايا الخلفية مكسوة وعارية. بينما تكون الاوتار الامامية محاور مكسوة، تتصف بسرعة كبيرة في نقل نبضاتها.

الدماغ في الجمجمة

Brain in Cranium

الدماغ
هو
المخ
والمخيخ
وجذع الدماغ

اخترت هذا التقسيم لأنه ظاهر عيانا. اما الاسماء العلمية للادمغة التي اتحدت الى «دماغ» فهي مذكورة في آخر هذا الباب.

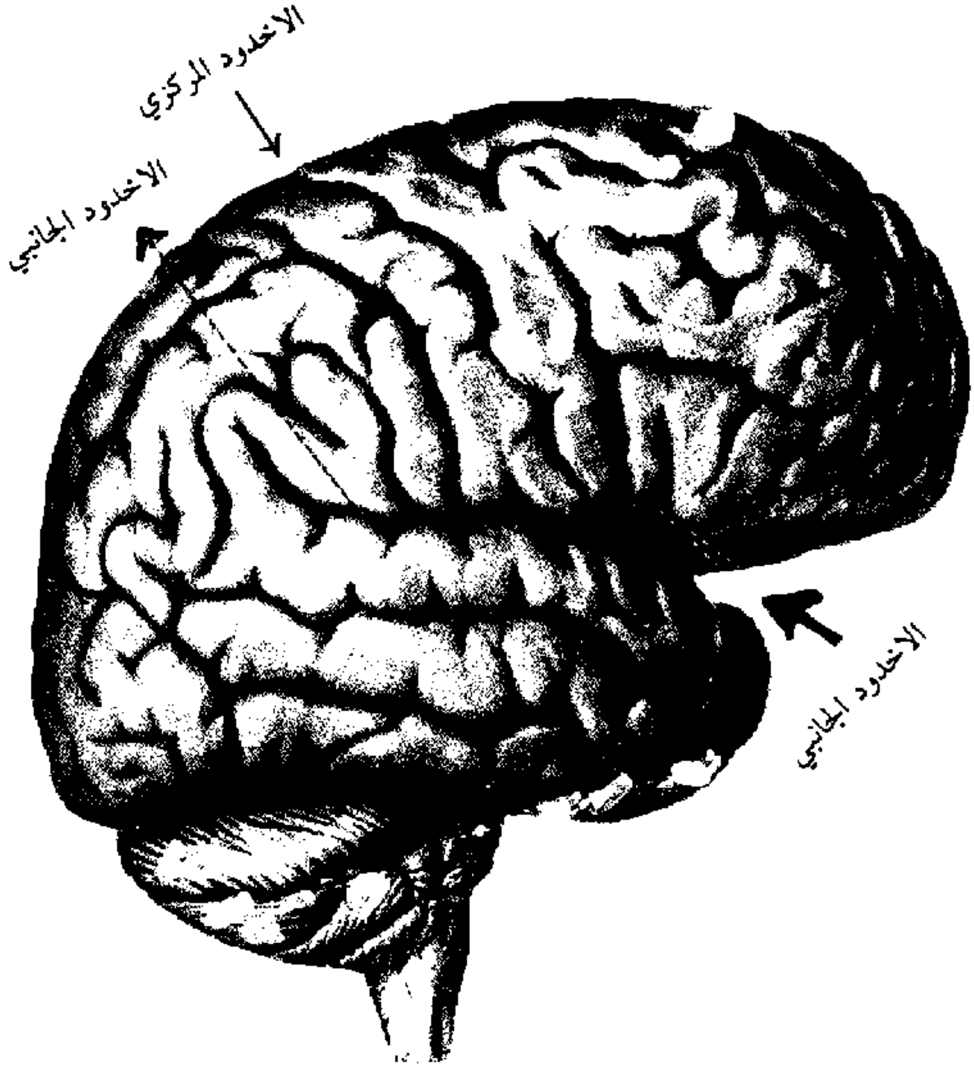
الدماغ في سطور

- وزنه حين الولادة 350 غرام (12٪ من وزن الجسم). فيه 14 مليار (مليون مليون) خلية، لكن خلاياه العصبية تقدَّر بثلاثين الف مليون خلية، يكون ثلثها في المخ وحده.
- ينمو بسرعة بعد الولادة والى السنتين، فتخف سرعة النمو بعد ذلك.
- في السنة السادسة أو السابعة يصل الدماغ الى 95٪ من وزنه النهائي.
- يتصف دماغ الصغير حتى سنه الخامسة بحساسية لمواد لا تؤذي الكبير. في بعض الامراض الموروثة لا يتحول سكر الحليب الى الجلوكوز، فيُعطَب الدماغ، ويصير الطفل الى تخلف عقلي.
- المدة الواقعة بين الولادة وسن السابعة اخطر مراحل النضج والتعلم. خلالها تتبلور الشخصية والقيم والتصرفات!.
- عند سن العشرين يكون معدل وزن الدماغ 2,2٪ من وزن الجسم، فيكون وزن الدماغ الذكر 1400 غرام، والانثى 1300 نظرا لاختلاف الوزن العام بينهما. بعد ذلك يخسر الدماغ (غرام) واحد من وزنه سنويا. لا فرق في الذكاء بين ذكر وانثى.
- يلتهم الدماغ رُبْع الاوكسجين الذي يستهلكه الجسم، ويستأثر بخُمس الدم الوارد من القلب. يمر في الدماغ 45 ليتر دم كل ساعة. كلما اشتد نشاطه زادت الدورة الدموية فيه.
- يعمل ليلاً نهاراً بلا ملل أو كلل، ولا يطيق غياب السكر والاوكسجين. الصداع ليس من وجع الدماغ بل من تعب العضلات وتشنجها، أو اختلاف ضئيل في حجم الدم الساري فيه، أو ارتخاء الاوعية الدموية.
- اذا انقطع الاوكسجين عنه 15 ثانية يفقد الانسان وعيه، ويصاب بشلل اذا امتدت الغيبوبة الى 4 دقائق أو اكثر.
- سطح الدماغ حساس للكهرباء. ولا يفهم الا لغة الكهرباء.
- بواسطة الاعصاب والمحطات يعرف الدماغ كل ما يجري في الجسم وحوله.

تسري النبضات الكهربائية بسرعات مختلفة (3 ـ 350 كيلومتر في الساعة).
- المخ اعظم وارقى واضخم اقسام الدماغ (70٪ من الدماغ). مراكز الحس والحركة فيه لا تشغل الا ثلثه، اما بقية خلاياه فهي للاعمال الجليلة المعروفة في الإِنسان (تفكر، تخيل، تبصر، مهارة عملية).
- سريع في عمله. ما بين رؤيتك الشيء واصدار الكلمة لتدل على معرفتك له تمر نصف ثانية.
- المهارة اليدوية، مثل بقية القدرات، هي عنوان الانسانية.
- لا نعرف اسس الذكاء تماما. الوزن وحده لا يفي بمقومات الذكاء. دماغ الحوت والفيل 7 و5 كيلو غرام. لربما نسبة وزن الدماغ الى وزن الجسم مقياس معقول للذكاء. النسبة في الفأر 2,6. هو ذكي! والنسبة في الإِنسان 2,5!.
- مع ان الذكاء يُحَسِّنُ نوع الحياة، الاّ انه ليس شرطا لطول البقاء. بعض الكائنات الضخمة كالديناسور سادت الارض لمئة مليون سنة، وكان وزن دماغها اقل من وزن جسمها بمئة الف مرة... لكنها انقرضت!.
- شبكة الوصل بين الدماغ وجميع الخلايا العصبية تأخذ اشكالا مختلفة، هندسة وترتيبا وعددا، لو جُمعت الاوتار، وبُسطت صفا واحدا لكل الاحتمالات لفاق طولها مسافة الارض الى القمر ثلاثين مرة. وهذا تقدير للحد الادنى من عدد الاحتمالات.

كلّما زدنا من تنبيه الوليد الى اشياء جديدة، سواء بالكلام وبالالعاب، نكون قد وسعنا الشبكة العصبية، وافاقه الفكرية والشخصية.

الصورة رقم 16 صورة الجانب اليمين لنصف المخ



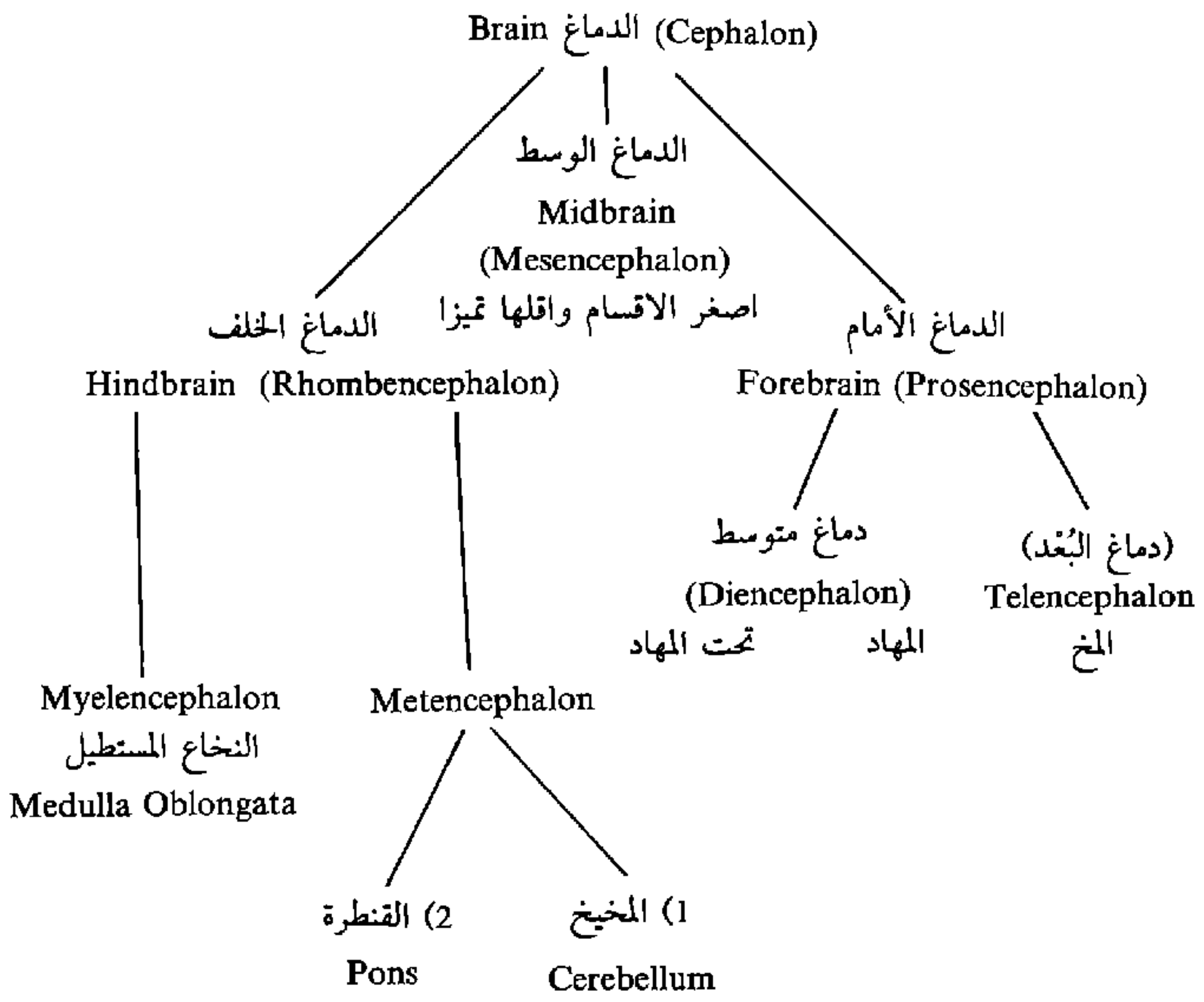
يبدو سطح المخ مثل مطاوي الامعاء

الدماغ كتلة رخوة من نسج عصبي غني بالاوعية الدموية التي تعطي الدماغ قليلا من الحمرة، لكن اللون الرمادي يغلب عليه ولا سيما بعد الموت. ليس في الجمجمة الا الدماغ واغشيته واوعيته الدموية وبعض الاعصاب.

لكن ما يبهر الناظر هو سطح المخ. الاعوجاج والانعراج، وكتلته المهيمنة على الدماغ من يوم نشأته، فلا يظهر الا قليل من المخيخ والجذع. لا عجب اذا رادفت العامة بين الدماغ والمخ.

الدماغ واسماؤه التاريخية: اسماء اقسام الدماغ تدوخ لكثرتها. ولا عجب فالدماغ نشأ تدرجا، وتقلبت وتبدلت اعمال اقسامه، وكبرت اقسام وصغر غيرها. اسماء اقسامه تدل احيانا على موقعها في الجمجمة، او تدل على زمن نشأتها، أو تشير الى وظائفها. تقرأ مثلا: الدماغ الامام (الاول)، والدماغ الوسط، والدماغ الخلف، والدماغ الجديد، والدماغ البالي. ونقول دماغ البُعْد لنؤكد على قدرة ذلك القسم على ان يفسر أو يدرك معلومات أو احاسيس تأتي من بعد، كالمرئيات أو وظيفة البصر وهناك دماغ الشم، مهم للحيوان واقل منه شأنا في الإِنسان.

النموذج يبين العلاقة بين بعض الاقسام والاسماء.



راجع الصورة 8

الباب الثامن

التدَمُّغ وهيمنة المخ

Cerebration, Cerebral Dominance

عملية التَدمُّغ:

وجود خلايا عصبية في الكائنات لا يفرض وجود الدماغ فيها كلها. لبعض المخلوقات خلايا عصبية كبيرة (عقد عصبية) مبعثرة، تضبط شؤون الحس والحركة. اما الفقريات البدائية البائدة، فلقد سلم منها حيوان بحري يشبه الحنكليس ويسمى (لامبري Lamprey)، ونجد فيه تغيرات مهدت لظهور الدماغ.

اهم التغيرات اثنان: التماثل أو التوازي في الجهاز العصبي فنجد مثلا، عصبا في النصف الايمن من الجسم يقابله العصب نفسه في النصف الشمالي. هذه الموازاة موجودة حتى في اعلى اجزاء الدماغ كما سنرى لاحقا.

التغير الثاني المهم هو ظهور شبه جمجمة، وفي جوف هذه الجمجمة نجد تضخمات في رأس النخاع الشوكي. هذا التضخم هو تجمع عقد عصبية رئيسية كانت مبعثرة، فاتحدت تدرجا ليظهر الدماغ منها.

ظهور الدماغ يسمى عملية التدمغ.

دماغك من جلدك:

حين يتم اللقح بين الذكر والانثى، وتنجح عملية إخصاب البيضة، تحدث تغيرات كثيرة. البيضة المخصبة خلية واحدة، ثم تبدأ بالتضاعف، فتكثر الخلايا. بعدئذٍ نشاهد توزع الخلايا الى طبقتين (خارجية وداخلية)، ثم نشاهد طبقة ثالثة

(الوسطى) تنشأ من الطبقتين السابقتين.

يقود هذا التميز العجيب الى التنوع الظاهر، شكلا وعملا، لاعضاء الانسان. العضلات وبعض اقسام الاحشاء مثلا تنشأ من الطبقة الوسطى.

اما الدماغ فينشأ من الطبقة الخارجية. والجلد ينشأ منها أيضا فيكون دماغك وجلدك من طبقة واحدة.

مراحل التميز [راجع الصور التالية]

في الاسبوع الثالث للإِخصاب تغلظ قطعة من الطبقة الخارجية، نسميها **(الصفيحة العصبية)** وهذه اول مراحل التميز.

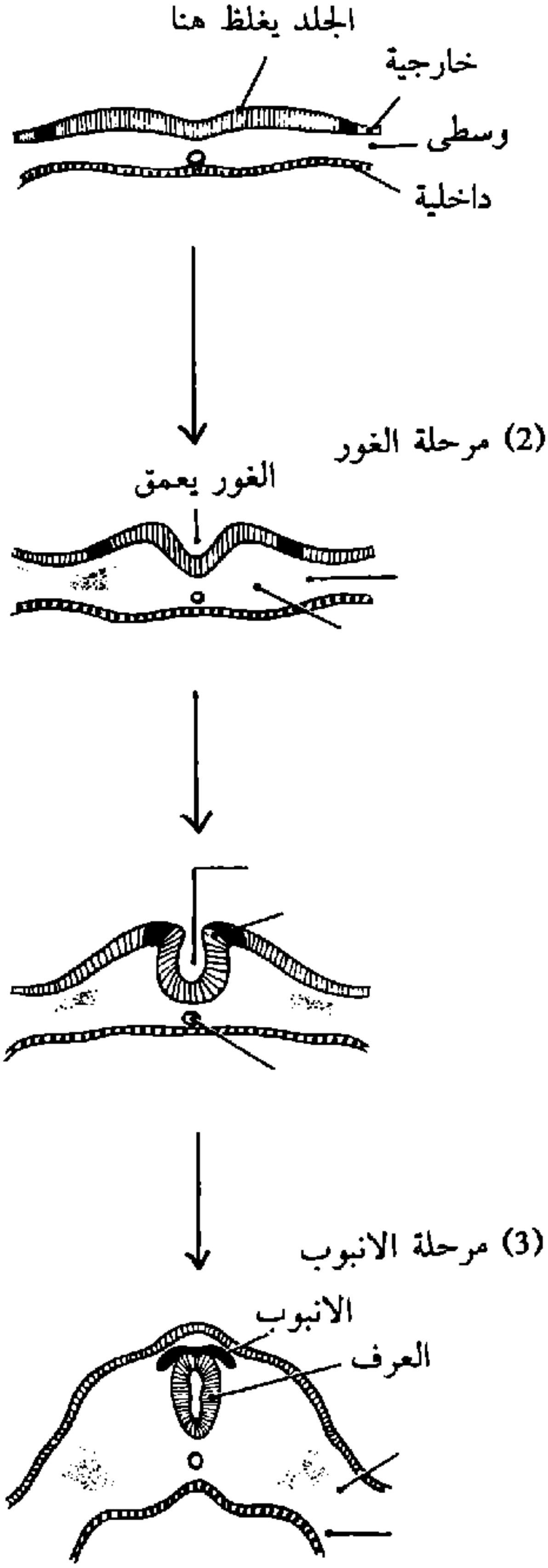
خلال اسبوع تكثر خلايا الصفيحة، وتتراكم طبقات بعضها فوق بعض، وترتفع حروف الصفيحة اكثر من ارتفاع وسطها، فتصبح مثل الاخدود. ونسميها **مرحلة الغور العصبي**.

في الاسبوع الرابع يستمر ارتفاع الحروف وغوران الوسط حتى تصبح الحروف طيات تلتقي نهائيا، وتلتحم من فوق فيظهر ما يشبه الانبوب، أو قناة بمؤخرة دقيقة. هذه هي **مرحلة الانبوب العصبي**.

من مؤخرة القناة يظهر النخاع الشوكي، اما الرأس فينتفخ الى 3 نفاخات. من الخلايا في جدران النفاخات تنشأ اقسام الدماغ.

الصورة رقم 17 المراحل الثلاث لتميز الجهاز العصبي

(1) مرحلة الصفيحة

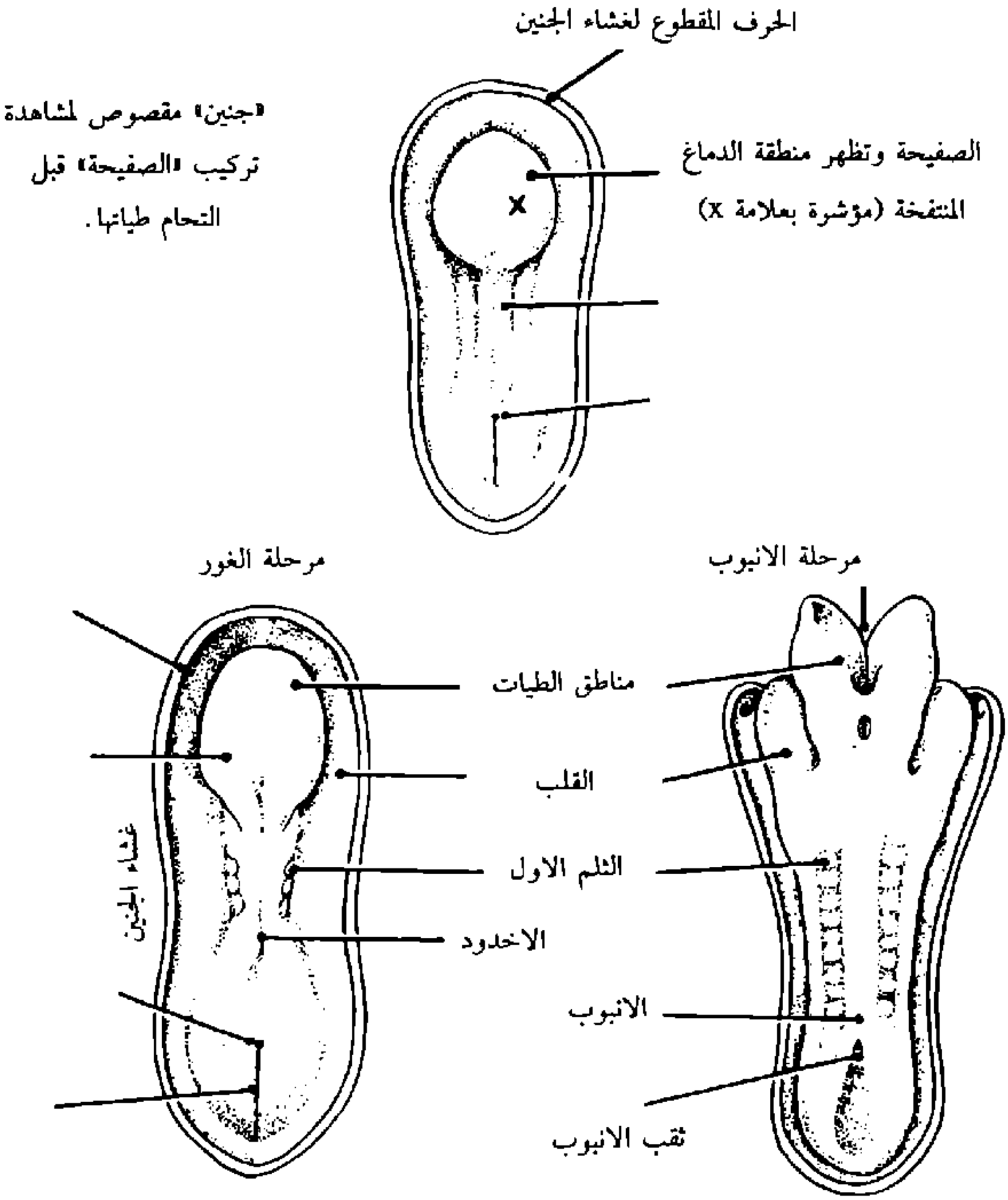


لاحظ الطيتين العصبيتين على سطح الغور اما الدائرة الصغيرة تحته فسينشأ منها العمود الفقري

التحمت الطيتان وانفصل الاخدود كأنبوب على رأسه عرف (تاج). العرف ينقسم ويبدأ هجرته وينتشر لتظهر منه كل العقد العصبية (تقريبا) في الأطراف والأحشاء وتظهر الاوتار العصبية وعقد الجهاز العصبي المستقل.

الأنبوب ينمو كما هو مبين في صور الصفحة التالية.

الصورة رقم 18 مناظر داخلية لنشأة الجهاز العصبي



الطيتان تكادان تلتقيان

لايستطيع العلماء تحديد عمر الجنين بدقة فيلجأوا اولا الى عد الاثلام. بانتهاء الاسبوع الرابع يظهر عشرون ثلما أو اكثر.

التحمت الطيتان وتَكَوَّن الانبوب المثلّم (دليل التماثل) وعدد الاثلام الان 8. الطيتان (فوق) يشكلان ما يشبه «فم الحوت» والداخل اجوف.

(ان خلايا القلب قريبة من الرأس الا انها ليست من خلايا الاعصاب) الصورة تشمل المنطقة العصبية وما حولها

ما هي النفاخات الثلاث.

اول النفاخات (رقم 1 في الصورة 19) هي الدماغ الامامي، (بْرُزِ نْسِفَلُنْ) ثم تليها نفاخاتان (2،3) ومنهما ينشأ الدماغ الوسط والدماغ الاخير (مِزِ نْسفَلُن، رُمْبِنْسِفَلُن). تتصف النفاخة الاولى بتضخم هائل، وسيصبح رأسها المخ (تِلِنْسِفَلُن)، ومؤخرتها ستصبح «دايِنْسِفَلن» موطن المهاد وتحت المهاد. ويبدو على الحدود بينهما مرتفع صغير ستنشأ منها شبكة العين. وما ان ينتهي الاسبوع السادس بعد الاخصاب حتى نرى تضخم المخ، فيظهر شقاه وكأنهما كليتان معلقتان على قصبة.

النفاخة الثانية تمثل الدماغ الوسط، والنفاخة الثالثة المتصلة بالنخاع الشوكي تمثل الدماغ الخلفي وهي تشبه شكلا هندسيا يسمى المَعين (انظر الصورة رقم 19). وسينشأ من الدماغ الخلف: المخيخ والقنطرة التي تشبه البصلة، والنخاع المستطيل (يسمى ايضا البصلة السيسائية).

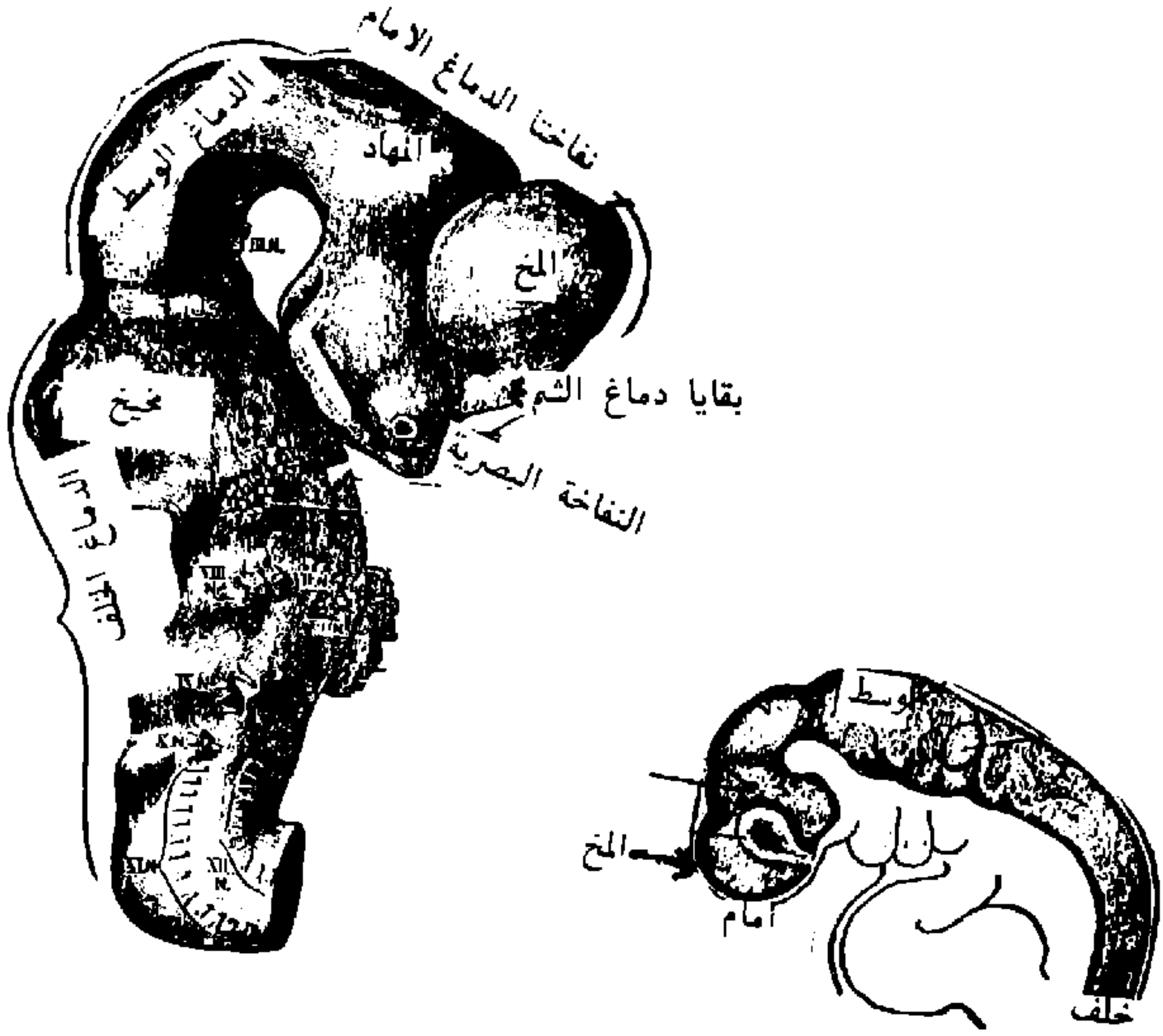
الصورة رقم 19
الجهاز العصبي المركزي
في جنين بشري عمره ثلاثة اسابيع ونصف الأسبوع



الصورة رقم 20

الجهاز العصبي المركزي في الجنين

الجنين عمره أربعة اسابيع وطوله 4 ميلليمتر



الدماغ الامام يتميز وتتحدد منطقتا المخ والمهاد. تضخّم المخ فدفن تحته دماغ الشم الذي ضمر في الانسان.

كتلة المهاد واضحة على سطح الدماغ، لكن المخ سيحشرها بعد مدة خلال غزوه الكاسح.

المخيخ ينمو لكنه ما زال خندقا مفتوحا كما يبدو في الصورة التالية. هناك تغيرات كثيرة منها ظهور عقد عصبية لاعصاب تسمى (اعصاب الجمجمة).

الصورة رقم 21

الجهاز العصبي المركزي في الجنين

الجنين عمره 5 أسابيع

وطوله 8 ميلليمتر

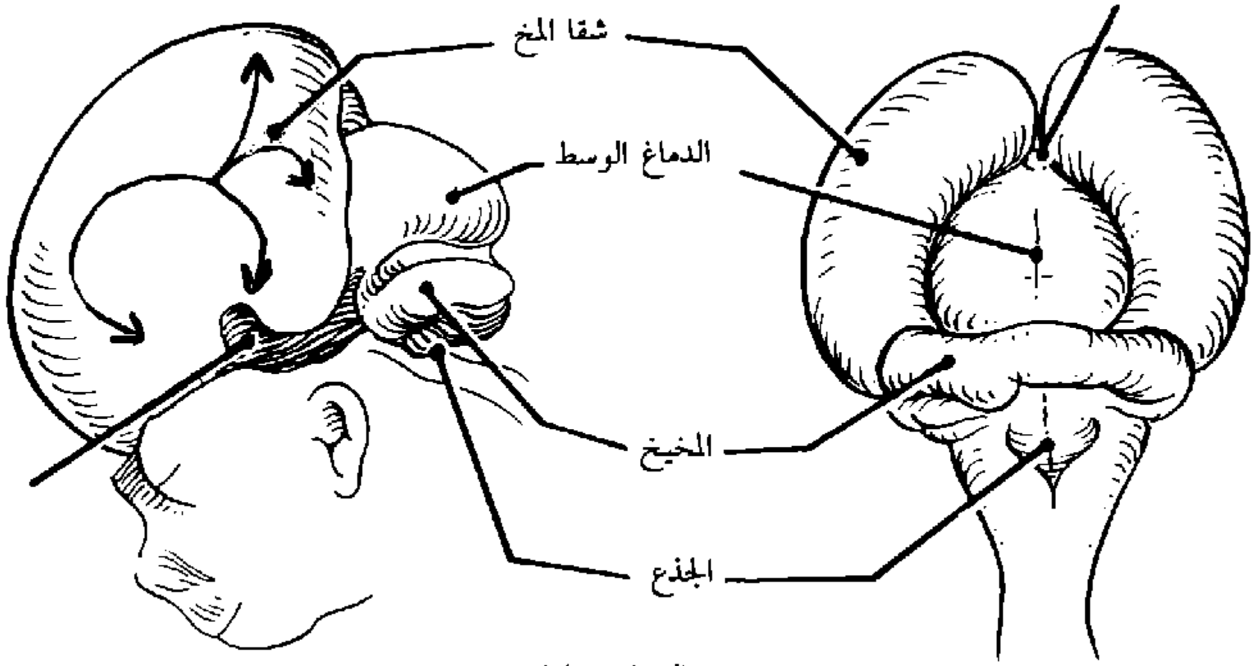


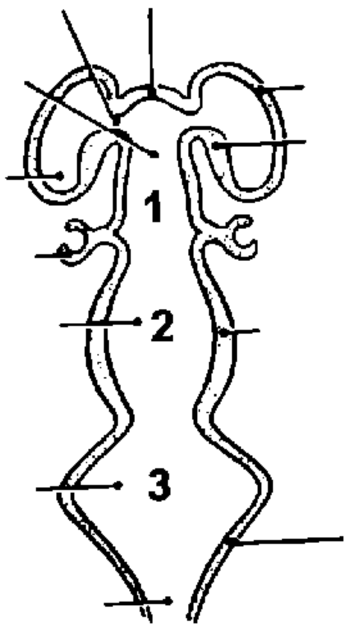
يظهر المخيخ كالخندق المفتوح (جدار التجويف الرابع)

خلال الاسبوع السادس يظهر الدماغ عياناً، هو اول عضو ظاهر، فلا ترى، مثلا، الاطراف والاحشاء إلا خلال الاسبوع العاشر، حين يبلغ الجنين أربعين ميلليمتر طولاً.

الصورة رقم 22

المخ يستمر في غزواته
الاسبوع الثاني عشر





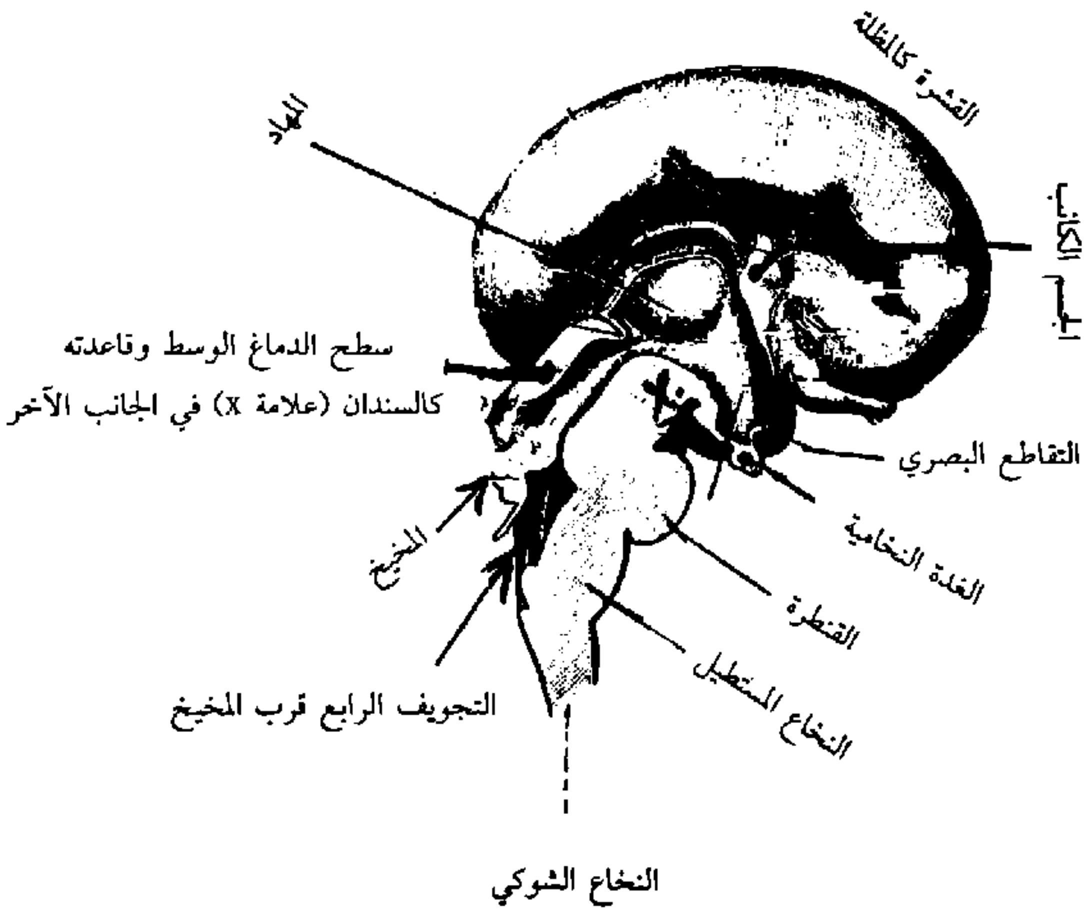
خلال الاسبوع الثاني عشر ينتصب الدماغ فيكون اول دليل على تسنمه قمة الجسم المنتصب.

يستمر المخ في زحفه باتجاهات مختلفة (الاسهم تشير الى بعض محاور الزحف) فيظهر شقا المخ في الاسبوع السادس كمظلتين معلقتين على جانبي الدماغ في جنين طوله 15 ميلليمتر. لكن سطح المخ لا ينطوي على نفسه ولا تظهر طياته ولفافاته المشهورة حتى الشهر السابع بعد الولادة.

الرسم يبين ايضا الغدة الصنوبرية المهمة في كائنات دون الانسان، ولا نعرف لها وظائف حيوية في الانسان. ظهورها المبكر في جنين الانسان يدل على نشأته وارتقائه.

الغدة الصنوبرية قمع معلق في سقف التجويف 3 في منطقة جسر المؤخرة

الصورة رقم 23 نصف الدماغ في جنين عمره 4 أشهر

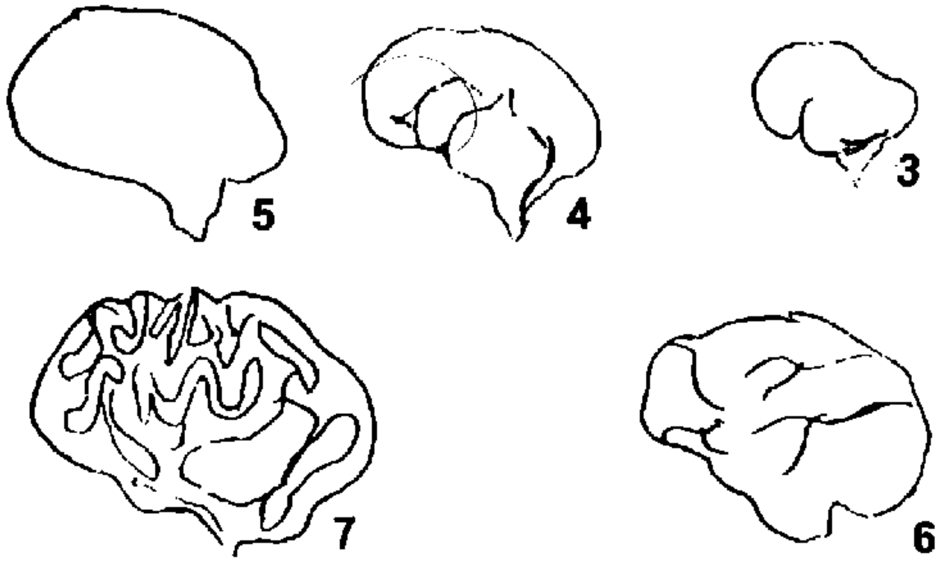


شطر الدماغ يمينا شمالا قريبا من وسطه يبين الاجزاء التي دفنها المخ ولقد اشرنا الى اسماء بعض منها. سنشرح لاحقا معاني الاسماء.

الجسم الكاتب (الجسم الثفني) هو حزمة غليظة قاسية من الاعصاب تصل شقي المخ في الوسط فلا يفترقان.

ويكون الجسم الكاتب سطحاً للتجويف الجانبي.

الصورة رقم 24. حجم دماغ الطفل في أشهره الأولى



الارقام تدل على عمر الطفل بالاشهر بعد ولادته.





في الشهر السابع يكثر التعرج في القشرة. طيات القشرة تظهر في المخلوقات اللبونة ولا تظهر في الطيور. انفصل خط التطور للطير من الخط المشترك قبل 200 مليون سنة فجاء تركيب دماغها مختلفا عن اللبونات. التعرج في سطح الدماغ هو من دلائل الذكاء لكن ليس ضروريا فالطير عادة من اذكى الكائنات الدنيا.

الباب التاسع

اغشية الدماغ وسوائله وتجاويفه

Meninges, Cerebrospinal Fluid, Ventricles.

الدماغ والنخاع الشوكي منسوجان من مواد طرية وخلايا قابلة للتفتت بسهولة، مما يوجب احاطتها بما يحميها ويحملها.

تكسو الدماغ اغشية متينة ويعوم في سائل صافٍ، وتُغلّفه جمجمة قاسية.

اغشية الدماغ:

تغطي الدماغ ثلاثة اغشية: اقربها الى الجمجمة يسمى الغشاء المتين، اما اشدها التصاقا بالدماغ فهو الغشاء الأُمُّ ويوجد بينهما غشاء ثالث لا شأن لنا به.

الغشاء المتين: متين لمّاع غير مرن، يغلف الدماغ، له طيات تقسم الجمجمة الى اربعة جيوب (غُرَف):

1 ـ قسم من الغشاء بطبقتين ينحدر عموديا بين شقي الدماغ على حدود الشرم المستطيل يكون كالقنطرة المعلقة بين اول الجمجمة واخرها. شكله كالقنطرة وقاعدته تنحني فوق الجسم الكانب. يسمى هذا القسم **حنية المخ**. (أنظر الصورة رقم 25)

2 ـ القسم الثاني يفرّق ما بين فلقتي القذل من المخ وبين فلقتي المخيخ. يتخذ شكل خيمة معلقة من عظام الصدغ في المقدمة وعظام القذل في آخر الجمجمة. الخيمة، اذن، تحتوي فلقتي القذل من المخ وتعزلهما عن فلقتي المخيخ. الخيمة سقف الجيب في مؤخرة الجمجمة. (الصورة رقم 25)

3 ـ القسم الثالث، مثلث يفصل بين **فلقتي** المخيخ، **حنية المخيخ**. (الصورة رقم 25)

4 ـ **القسم** الرابع ينحدر عمقا ليفصل الغدة النخامية عن التجويف الثالث والسرير البصري.

شريان السحايا (منجيت) يخترق الغشاء المتين ويتفرع شبكة دموية. عند نقطة الاختراق تضعف النسج حول الاوعية الدموية، فتكون حساسة للجرائيم التي تصل الى الدماغ من جهاز التنفس وغيره، فتنشأ امراض والتهابات خطرة. للغشاء المتين طبقات تعمل كجيوب يتجمع فيها الدم الوريدي.

الغشاء الأُمُّ: هو الغشاء الداخلي، دقيق في نسجه، غني بأوعيته الدموية، يرافق الدماغ في كل طياته وثناياه وتعرجاته، فيغذي خلايا الدماغ بالدم (وكأنه يحنو عليه حنو الام على ولدها).

الصورة رقم 25 طيات الغشاء المتين بعد قطع شبه مركزي



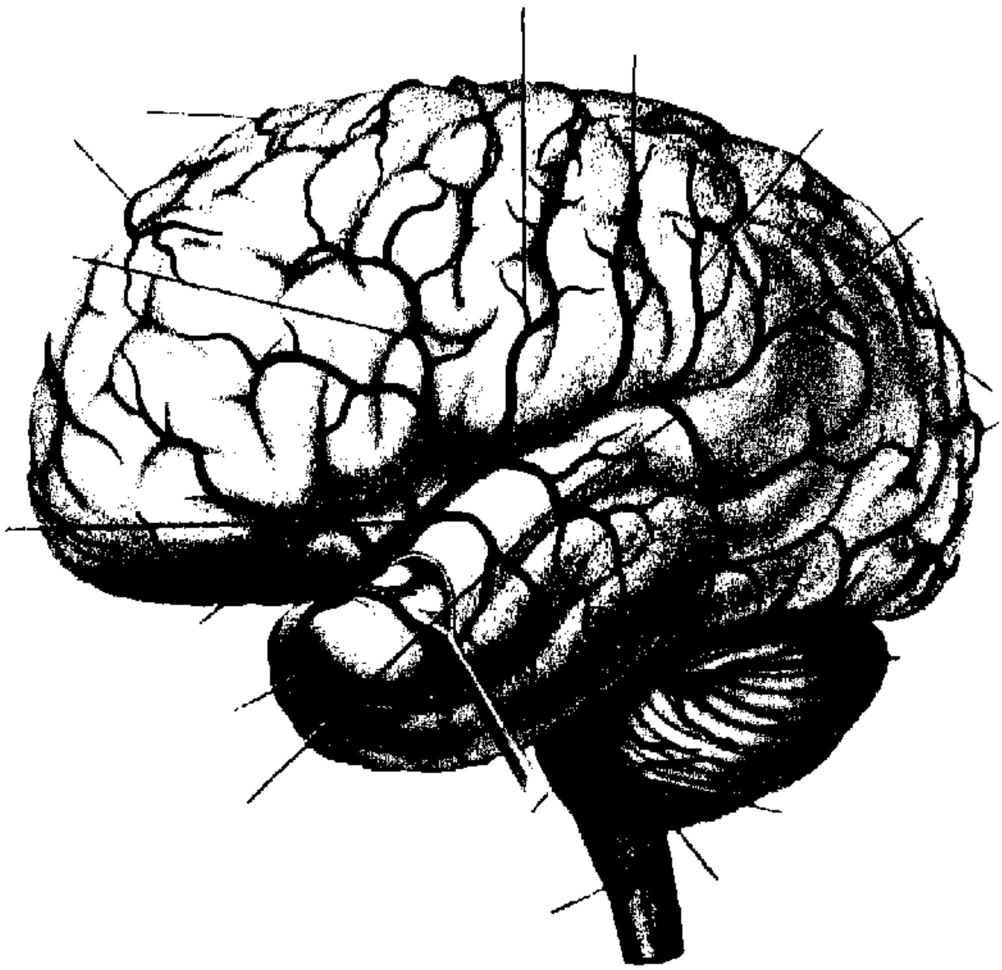
تصنع طيات الغشاء المتين جيوبا باشكال مختلفة مبينة في الصورة. الطية الرابعة غير ظاهرة x احد الجيوب، يسمى الجيب المعترض.

تجاويف الدماغ وسوائله: وفي الدماغ اربعة جيوب تمتلىء بالسائل المصفى يحمل الغذاء ومواد الحصانة للدماغ. يحيط هذا السائل بالدماغ ويتخلله ويمتد الى النخاع الشوكي. يضفي السائل ايضا قوة ميكانيكية فتكون عنصرا من العناصر التي تسند بنية الدماغ.

الحجاب الحاجز: تتمتع الشبكات الدموية للدماغ والجيوب، من الدماغ الى منتهى النخاع الشوكي، بتركيب في اغشيتها يمنع بعض المواد في الدم النقي من ان تخترق هذا الحجاب فينفرد الجهاز العصبي المركزي بكون محتويات سائله غير مطابقة للدم، **لا يكتمل هذا العازل الا بعد خمس سنوات من عمر الطفل. ومن سوء حظ الأطفال ان دماغهم حساس لمواد لا تؤذي الكبير وتؤذيه هو فتسبب له تخلفاً عقلياً دائماً.**

الصورة رقم 26 شجرة الأوعية الدموية

الغشاء المتين لا يحجب رؤية الدماغ. الاوعية الدموية تظهر كالشجرة.

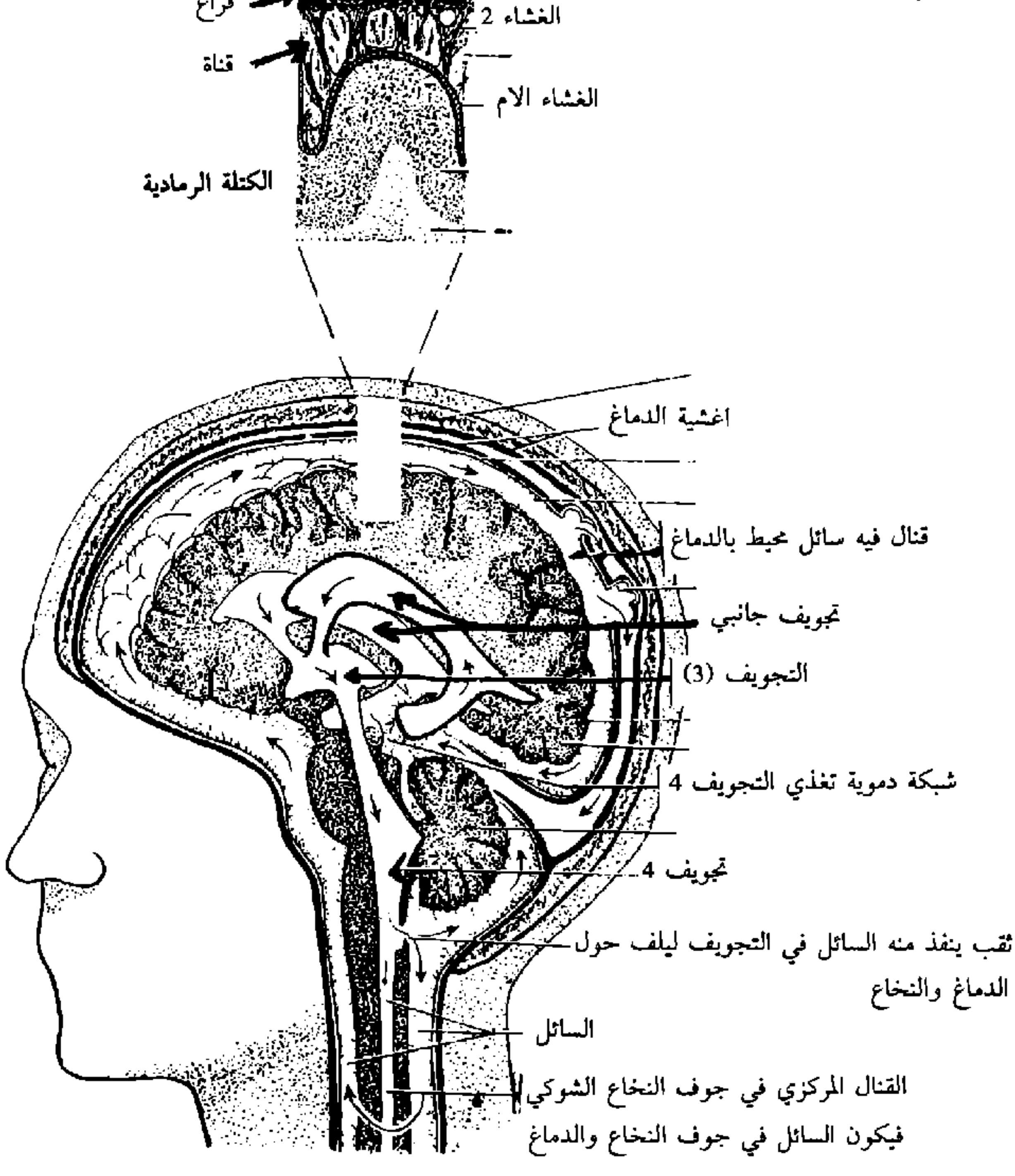


الصورة رقم 27 الأغشية والتجاويف

اغشية الدماغ والنخاع الشوكي ودورة السائل في الجهاز العصبي المركزي.

شرحة في العمق تبين عظام الجمجمة، والاغشية، وقشرة المخ وكتلته عظام الجمجمة تكاد تلتصق بالدماغ.

السائل في الجوف وفي الخارج حيث يحبط بالدماغ والنخاع.

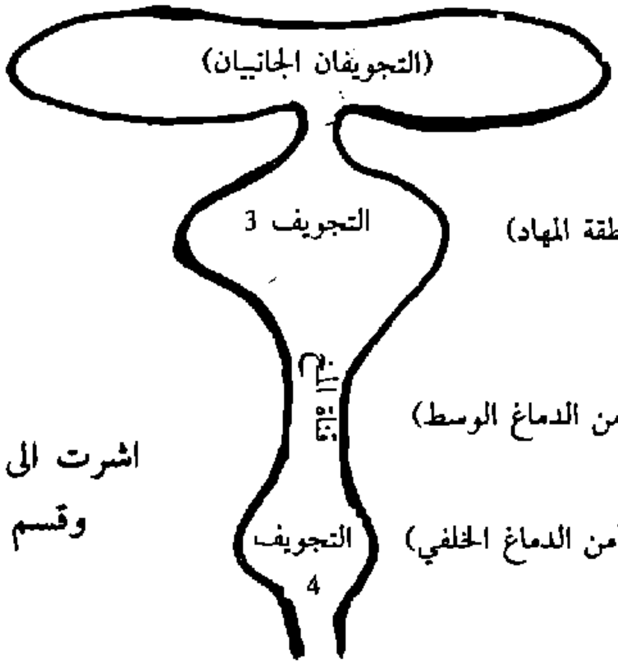


دورة السوائل في الجهاز المركزي:

الاسهم تشير الى وجهة السائل الذي يرشح من الاغشية التي تمنع تسربا عشوائيا للدم. السائل المتجمع في التجويفين الجانبين يهبط ليخترق ثقبا يصلهما بالتجويف الثالث حيث يتجمع فيه السائل المصطفى من الشبكات الدموية. ويستمر السائل هبوطا ليلتقي بالقسم الاخير من السائل المتجمع في التجويف 4 عند المخيخ. على حدود التجويف 4 ينفصل السائل قسمين: واحد يتابع انحداره في جوف النخاع الشوكي، اما الآخر فإنه ينفذ من ثقب في التجويف 4 ليلف حول المخيخ والدماغ بأسره. لاحظ ان قسما آخر من هذا السائل يهبط ليحيط بالنخاع، فيكون السائل محيطا بالجهاز المركزي كله،بالإِضافة الى ما في جوف هذا الجهاز من سائل.

لاحظ انك لو كنت جنّاً صغيرا واخترقت جوف النخاع وصعدت في القنال المركزي لوصلت الى التجاويف العليا، لكنك ستبقى تحت المظلة، فلا ترى الا سراديب ودهاليز. ولو اخذت الطريق الثاني لسرت أو سبحت حول الجهاز فتظل خارجا عنه. اذن لا نستطيع رؤية اجزاء الدماغ الاّ اذا قطعناه وشرحناه.

الصورة رقم 28 السائل في التجاويف



اللُحمة الدموية: (Tela choroidea) طيات من الغشاء الأُم تلتحم مع أغشية التجاويف، فتكون اللُحمة سقف التجويفين الثالث والرابع، والجدار المتوسط للتجويف الجانبي. وهي ركن الشبكات الدموية (Choroid Plexus) لكل لحمة وشبكة اسم بحسب تجويفهما.

التجاويف هي بقايا جوف الانبوب العصبي الذي نشأ منه الدماغ.

التجاويف ممتلئة بالسوائل، والسائل يحيط ايضا بالجهاز المركزي من الخارج فيعمل كمصاص للخضات الخفيفة. امتلاؤها المسرف يسبب «ماء الرأس Hydrocephalus».

كل التجاويف مبطنة بخلايا يلتقي بها احيانا الغشاء الام (الشبكة الغشائية) التي تحمل الدم في طياتها الدقيقة، فتكون مصفاة يندفع السائل منها الى الداخل. والمصفاة تعمل لاستخلاص النفايات. وللمصفاة اثر في حفظ الضغط ذلك ان دقتها تخلق مقاومة للدم فيخترقها تحت ضغط الدم المتراكم عليها. ولو نقص حجم السوائل بقدر ملعقة صغيرة لاختل الضغط وحدث الصداع المشهور. واغشية المصفاة لا تسمح لكل مواد الدم ان تدخل وهذا هو ركن «الحاجز بين الدم والدماغ».

الباب العاشر

المخ

Cerebrum.

الصورة رقم 29 أعلى الجانب الشمالي للقشرة



المخ ثلاثة اجزاء: اعلاها القشرة الرمادية

بالاضافة الى تعرجات القشرة تبدو خطوط فرعية للشريان الوسط في الدماغ.

لا يبدو من بقية الدماغ الا المخيخ وقليل من جذع الدماغ.

اذا بسطنا القشرة لتستوي كالبساط لبلغت مساحتها 2200 سنتمتر مربع، اما غلظها فهو 2,5 ميلليمتر.

القشرة غير مميزة في كائنات دون اللبونات.

تركيب اقسامه:

1 ـ **القشرة** (المادة الرمادية): موضوع بحثنا الان.

ـ **المادة البيضاء**: تقع تحت القشرة، وهي كتلة من اوتار الخلايا العصبية. اكتساء الاعصاب بالدهن يعطي الكتلة لونها الابيض.

3 ـ **العقد الاساسية**: مجموعات من نويات كبيرة مبعثرة في كتلة المادة البيضاء. لونها رمادي كغيرها من الخلايا العصبية.

القشرة

الطبقة الخارجية من المخ، غنية بالخلايا مما يعطيها اللون الرمادي، وتظهر فيها حمرة الدماغ الحي.

تتعرج وتلف وتغور وتعلو، فتبدو كتضاريس الارض من جبال ووديان وشعب، وتغطي غيرها من اجزاء الدماغ الا قليلا من المخيخ وجذع الدماغ. معاينة القشرة من الخارج لا تريك من سطحها الا ثلثه. أما البقية فهي مطوية طبقات بعضها على بعض.

اذا بسطنا القشرة لبلغت مساحة السطح 2200 سنتمتر مربع. والمخ نصف وزن الدماغ في الانسان وسعة الجمجمة 1500 سنتمتر مكعب، وليس فيها الا الدماغ بأجزائه المعروفة.

جوف القشرة خلايا رتيبة في ترتيبها، وكأنك بين رمال لا تنتهي، لو قطعت القشرة لما رأيت إلاّ نسجا تافها.

الصورة رقم 30 الجانب اليمين للقشرة

ازيلت شرحة من مقدمتي القشرة في الجبين والصدغ لترى جوف القشرة

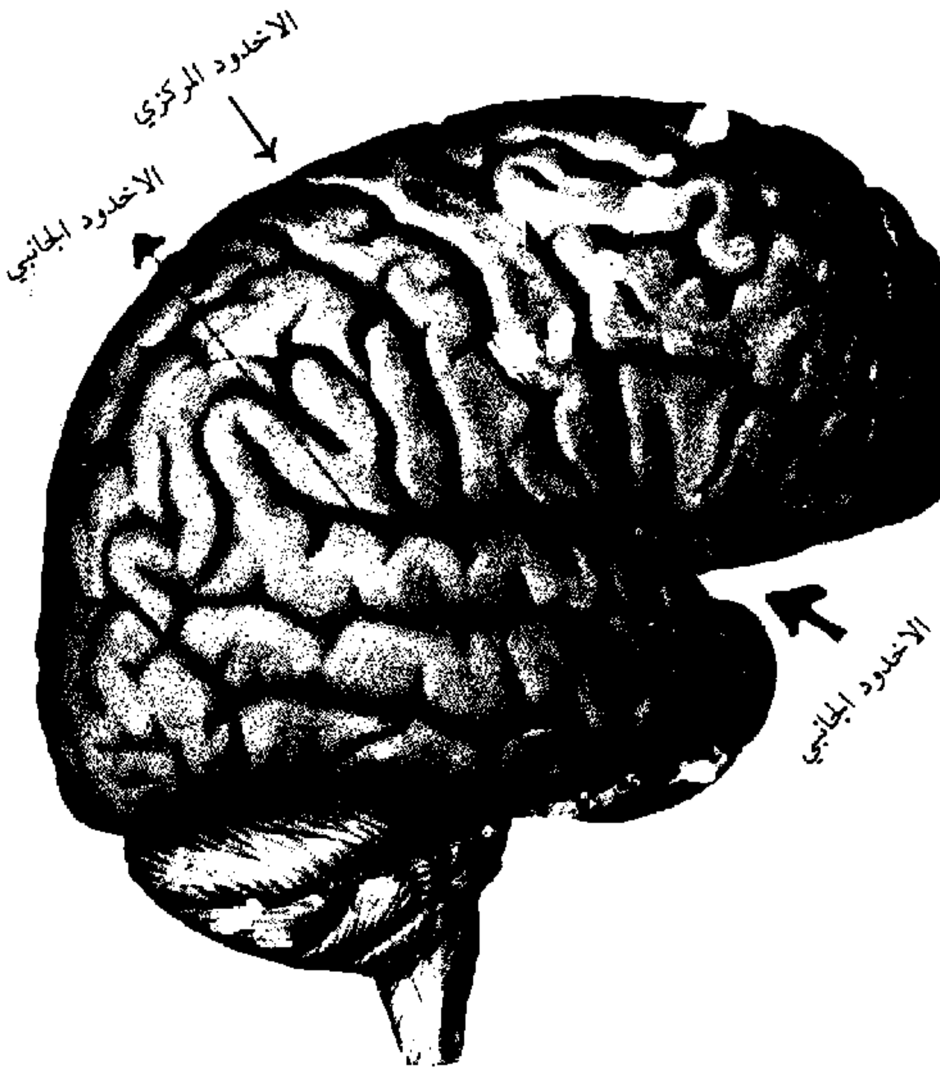


قشطنا القشرة من مقدمة الجبين الى ملتقاها مع الهامة وقشطنا الصدغ على حافتي الاخدود الجانبي ليظهر الجوف فلا ترى الا مزيدا من قشرة المخ، الكتلة الجوفية هي ما يسمى فلقة الجزيرة. راجع الفلقات. الصور 32 و34 و35.

تضاريس القشرة: كثرة التعرجات والطيات في القشرة تبهر الناظر الى سطح المخ الفريد. انعراج سطح القشرة والتوائه طبقات بعضها على بعض، أو جنباً الى جنب تسبب ظهور اخاديد تغور عميقا تارة، واقل من ذلك تارة. اما **الطيات المرتفعة** بين اخدود واخدود فهي النتوءات.

اسماء الاخاديد: تسمى بحسب موقعها أو وجهتها أو شكلها، أو ما تجاور من نتوءات. الصورة ادناه تبين **الاخدود الجانبي** (شرم سيلفيوس) **والاخدود المركزي** (شرم رولاندو).

الصورة رقم 31 تضاريس القشرة



اكثر الاخاديد والنتوءات ظاهرة للعين المجردة حين تراقب السطح الخارجي للمخ.

الاخدود الجانبي يفصل جزئيا بين فلقتي الصدغ والهامة. وهكذا تبقى الفلقات كتلة واحدة بالرغم من انفصالات جزئية.

الاخدود المركزي يبدأ من منتصف السطح الاعلى وينحدر الى الاخدود الجانبي. الاخدود المركزي لا يقطع كتلة الدماغ، لكنه يحد الحدود بين نتوءات باعمال مختلفة.

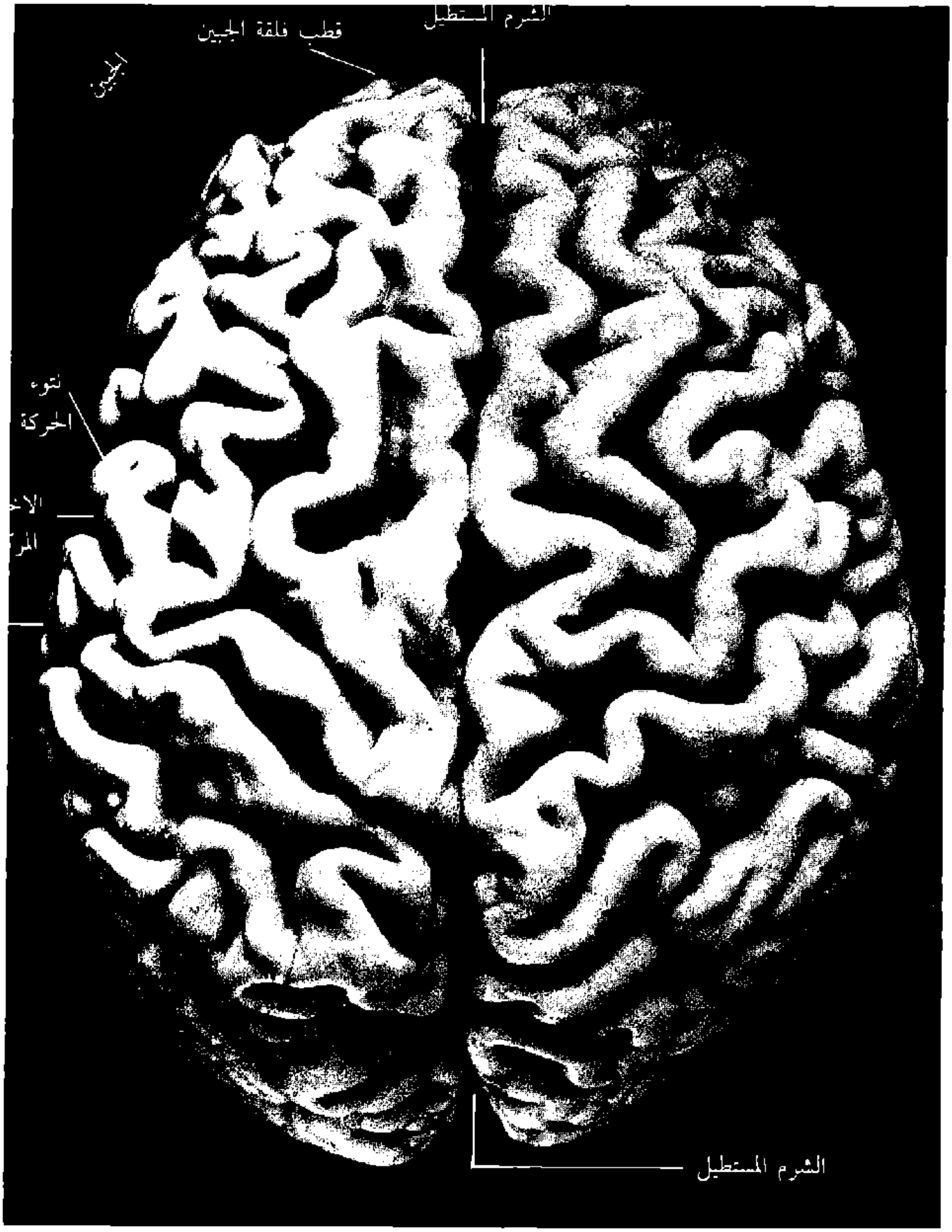
الصورة رقم 32 الأخدود الجانبي مفتوح على حافتيه



منظر للجانب اليمين من القشرة

اسكنا بمقدمتي الفلقتين من الجبين والصدغ، وفتحنا بالشد الخفيف لحافتي الاخدود الجانبي، لندل على الانفصال الكامل بين الفلقتين. ولا يظهر الا مزيد من القشرة. راجع الفلقات (صورة 34، 35).

الصورة رقم 33 السطح الأعلى للقشرة



القشرة دقيقة جدا. غلظها غير منتظم، فيكون 4,5 ميلليمتر في نتوء الحركة، و1,5 ميلليمتر في قشرة البصر.

الاخدودان المركزي والجانبي يحددان الفلقات المذكورة في الصورتين (34، 35)

النتواءات واسماؤها: النتوءات هي الطيات المرتفعة بين اخدود واخدود. الاخدود اذن يفصل، من غير ان يقطع دائماً، بين نتوء ونتوء.

النتوء خلايا تقوم كمجموعة بعمل معين فنقول نتوء الحس ونتوء الحركة حيث تقع مراكز الامر بالحركات الطوعية كتحريك الانامل.

الاخدود المركزي يحد الحدود ما بين نتوئي الحس والحركة. نتوء الحركة هو الذي يقع بعد الاخدود المركزي الى جهة الجبين. اما النتوء الذي يسبق الاخدود الى جهة الهامة فهو نتوء الحس العام كاللمس والضغط. خلايا النتوئين حساسة لتيارات كهربائية خفيفة فتثيرها لتظهر احاسيس أو حركات بحسب المراكز التي اثيرت.

بالإضافة الى التعرجات ترى في الصورة المقابلة شرما ممتدا من مقدمة الدماغ عند الجبين الى مؤخرته عند عظمة القذل في الجمجمة، ويسمى (**الشرم المستطيل**).

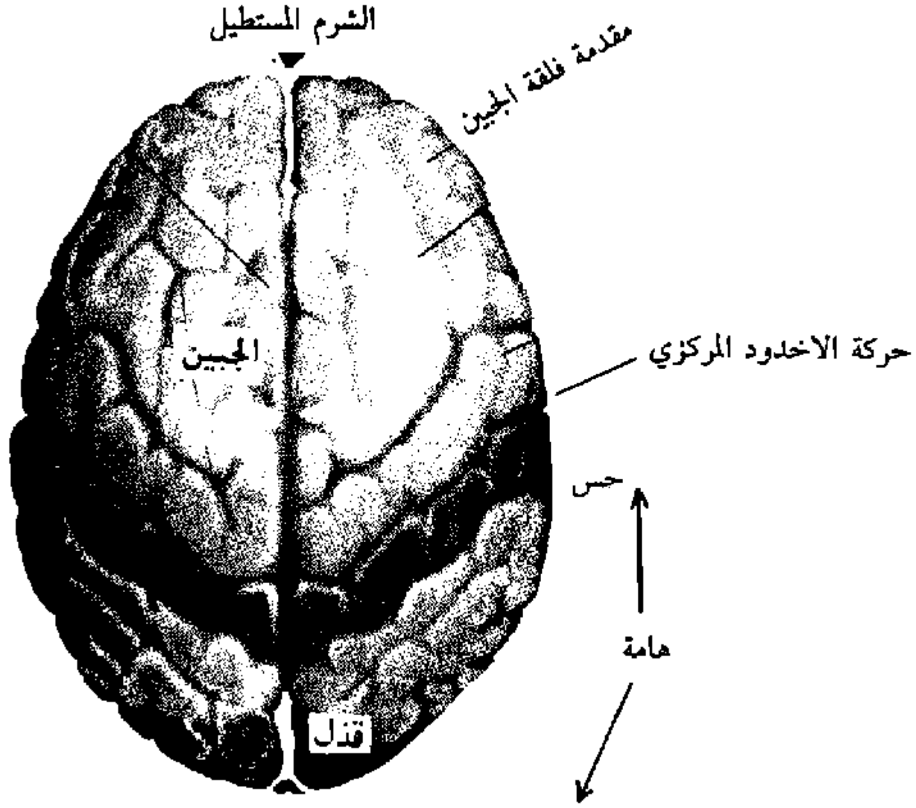
الشرم المستطيل يحد الدماغ الى نصفين متساويين (شق يمين وشق شمال) سنذكره حين نتحدث عن القطع المركزي للدماغ.

الشرم يفصل بين شقي الدماغ كليا في المقدمة والمؤخرة فقط، بينما يبقى الدماغ موصولا في الوسط. لذلك لو حملت الدماغ بين يديك لوجدته كتلة رخوة، ولرأيت أنه نصفان متساويان غير منفصلين.

تصلب شرايين الدماغ يسبب خللا لا رجعة فيه، اذ تضمر خلايا المخ (المادة الرمادية) فتتسع الاخاديد والشرم المستطيل، فيبدو سطح الدماغ مفلوقا بإسراف.

الفلقات: الاخاديد تحدد كتلا من القشرة متفردة بوظائفها وتكون منفصلة عن بعضها احيانا. نسمي هذه الكتل فلقات. نجد الفلقات في كل من نصفي الدماغ.

الصورة رقم 34 الفلقات مرئية من قمة الدماغ



لا نرى الاخدود الجانبي لأنه على جوانب الدماغ

الاخدودان المركزي والجانبي يحددان الفلقات المذكورة في الصور (34 و35). بالإِضافة توجد فلقة جوفية (الجزيرة).

(انظر الصورة 32)

اهم الاخاديد لتحديد مناطق الفلقات اثنان، هما الاخدود المركزي،

والاخدود الجانبي (الصور) يسمى الاخدودان (شرم رولاندو، شرم سيلفيوس).

اسماء الفلقات المهمة: اربع فلقات مهمة تسمى بحسب موقعها من عظام الجمجمة، وهي من الكبيرة الى الصغيرة:

فلقة الجبين: تملأ الجبين العريض الذي يتميز به الانسان وتكون هذه الفلقة صغيرة في الحيوانات بحسب انواعها، تساوي هذه الفلقة في الانسان ثلث سطح المخ.

فيها مراكز الحركة: وفيها مراكز أفكار الانسان وربطها بالعواطف، فيصدر عنها القرار النهائي للعمل بعزم وحزم.

فلقة الهامة: في وسط الجمجمة حول قمة سقفها، عملها صياغة الافكار وابراج الذاكرة. وفيها مراكز الحس العام، كاللمس والضغط. تكثر فيها المناطق المشاركة المتصلة بكل الفلقات، فتصوغ الرموز، اساس الفهم والتفسير للمدركات.

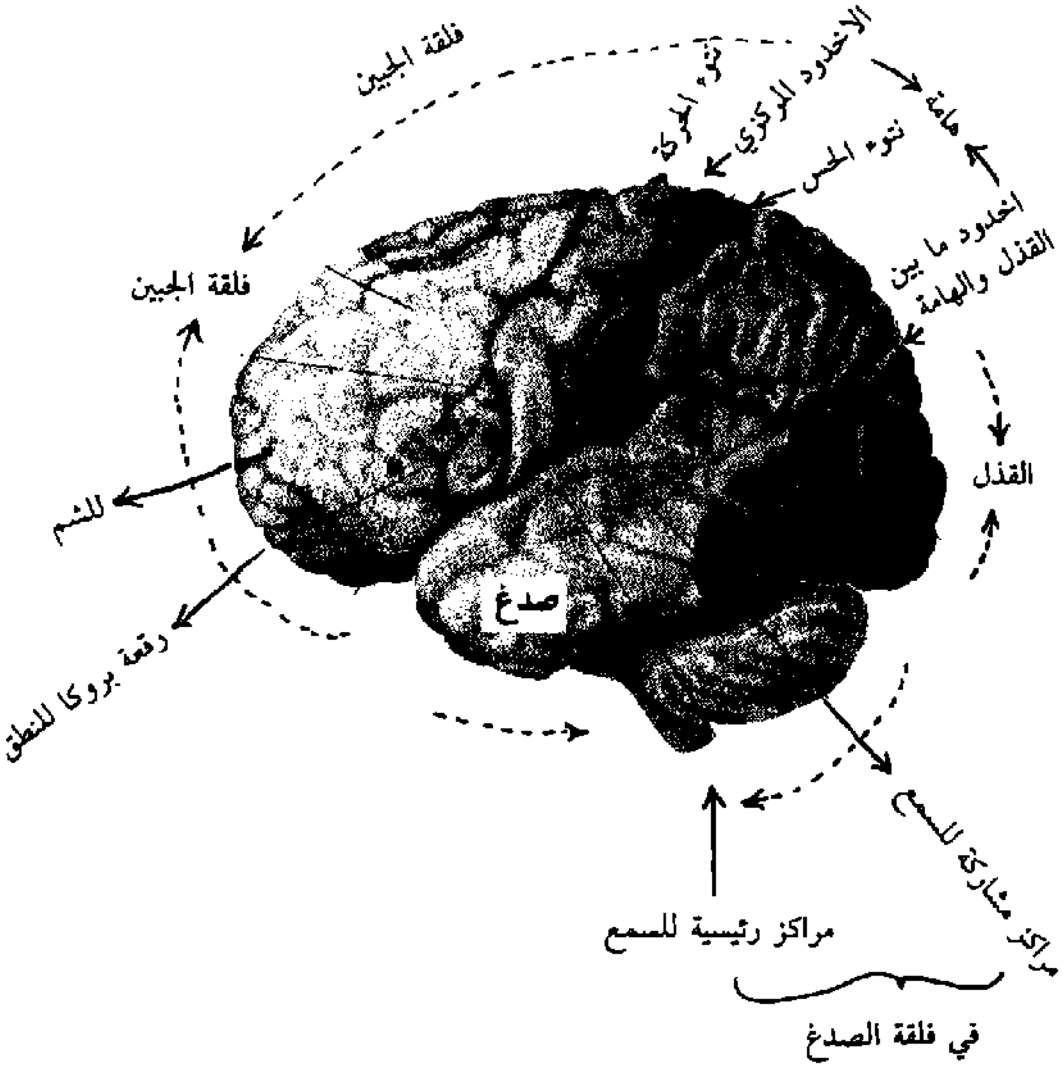
فلقة الصدغ: في جانب الجمجمة عند الصدغ: فيها مراكز السمع والشم وبعض النطق.

فلقة القذل: في مؤخرة الجمجمة وتقعد على خيمة المخيخ (قسم من الغشاء المتين). فيها مراكز البصر. حدودها الامامية هي الاخدود ما بين القذل والهامة.

الفلقات الاربع واضحة للعين المجردة، لكن الحدود بينها تضيع احيانا، ولا سيما عند ملتقى فلقات الصدغ والهامة والقذل. المراكز العصبية في الفلقات تكون وحدات مستقلة، فلربما اخترقت رصاصة فلقة القذل من غير تمزيق للمراكز، فلا يعمى المصاب.

الصورة رقم 35 الفلقات والنتوءات

السطح الجانبي



الهامة للتفكر وللتذكر
الجبين للقرار النهائي والعزم
انتبه الى تضخم الفلقة الجبينية في الانسان

اسفل الدماغ: الصورة **36** تبين اسفل الدماغ بعد ازالة ما يغلفه من اغشية.

الاسفل **يعطي** صورة واضحة لفلقات الجبين والصدغ.

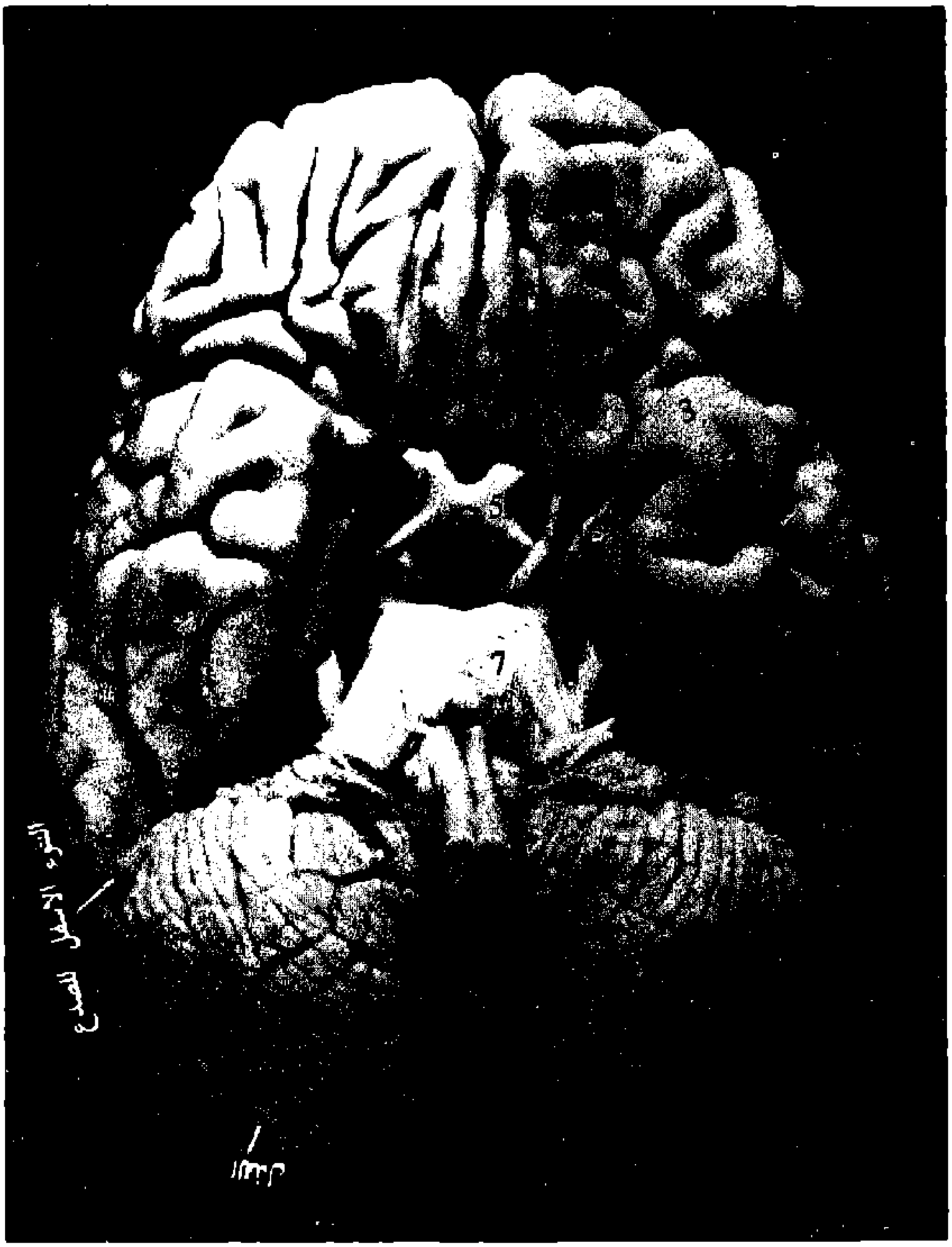
يظهر مدار الفلقة الجبينية في المقدمة عند **الشرم المستطيل**. المدار الثاني في الوسط، هو لفلقة الصدغ. اما المدار الخلفي فهو للمخيخ المثلّم، ويظهر في آخر الشرم المستطيل قليل من فلقة القذل.

الاسفل يبدي من الاجزاء ما لا يظهر في غيره من السطوح. الجذع وفوقه حزمة تسمى الدماغ الوسط تعلو المخيخ.

ومن اسفل الدماغ تدخل وتخرج الاوعية الدموية ومجموعة (اعصاب الجمجمة) التي منها اعصاب البصر الداخلة عند التقاطع المشار إليه. وتشاهد القمع مع النبر الأرمد والجسم اللبون من تحت المهاد. والكُلاَّبة من نتوء القرن والتقاطع البصري مثل علامة x.

وتبقى قشرة المخ مهيمنة بنتوءاتها واخاديدها.

الصورة رقم 36 أسفل الدماغ



تبدو فروع حول القنطرة (7) هي من أعصاب الجمجمة. تظهر ايضا الاجزاء التالية من اسفل الدماغ.

1 ـ قطب الفلقة الجبينية الشمالية. 2 ـ ممر عصب الشم. 3 ـ قطب الفلقة الصدغية الشمالية. 4 ـ التقاطع البصري والممر. 5 ـ النَبر الارمد، والقمع، وتحتهما الجسم اللبون. كلها نويات في تحت المهاد. 6 ـ الكُلاَّبة: جزء من نتوء القرن. 7 ـ القنطرة.

الموازاة أو التماثل في الدماغ:

الموازاة العضوية: الدماغ من المخ الى الجذع مقسوم الى نصفين بالتساوي، كغيره من اجزاء الجهاز العصبي، فكما لك يد يمين ويد شمال لك دماغ يمين ودماغ شمال. اشرت الى ذلك في باب نشأة الدماغ.

يسمى كل نصف **(الشق اليمين، الشق الشمال)**.

الخلاف والتجانب: الموازاة العضوية تركيب لازم للجهاز العصبي. لكن الموازاة يرافقها صفتان يختص بهما الدماغ فقط. الصفة الاولى هي (العمل على خلاف أو التعاكس) والثانية هي (ظاهرة التجانب أو التحيز).

العمل على خلاف يعني ان الدماغ الشمالي يضبط حركات واحاسيس للطرف اليميني. الشق اليمين، مثلا، يحرك يدك الشمال.

لكن بعض الاعضاء (عيون، احشاء، وجه) لا تخضع لهذا المبدأ. سأشرح البصر في آخر الكتاب.

ثم إن بعض الوظائف لا تتصف بحركات يمينية أو شمالية مثل النطق والتخيل والتفكير؟ يبدو ان هناك تحيزا في بعض الوظائف فيحتكرها شق من الدماغ دون آخر.

والتحيز في الوظائف يقابله تحيز في استعمال الاطراف احيانا. أكثر الناس يستعملون يمينهم، والقطط تضرب بيمينها! سأوجز (ظاهرة التجانب أو التحيز بعد قليل).

الجسم الكاتب: وجود دماغين في الشخص الواحد لا يخلق تناقضا أو انفصاما. الدماغان يعملان كوحدة وان اختلفا في الوظائف.

رأينا سابقا ان الدماغ كتلة واحدة بالرغم من انفصالات جزئية بالشرم المستطيل وبالاخدود الجانبي. الوحدة العضوية والعملية مكفولة بجسور من الاعصاب تلزق الشق بالآخر.

الجسم الكاتب: هو اهم الجسور.



حزمة غليظة وعريضة من 200 الف وتر عصبي جسري تربط شقي الدماغ. مكسوة بدهن كثيف.
تتفرع طولا وعرضا، ذهابا وايابا مخترقة كل فلقات المخ ما بين المناطق المتماثلة من الشقين اليمين والشمالي.

يقطع العلماء هذه الحزمة احيانا لتخفيف الصرع أو القلق المسرف في بعض الاشخاص. هناك جسور اخرى لكنها اصغر من الجسم الكاتب (جسر المقدمة وجسر المؤخرة)

الجسم الكاتب هو سطح التجويفين الجانبيين

الجزء الاول: الركبة: اوتار تصل ما بين المقدمتين لفلقتي الجبين: 2 ـ الجسم: يوحد ما بين بقية الجبين والهامة ـ يظهر في الصورة كأنبوب محزز 3 ـ العِصْبة: توحد ما بين القذل والصدغ.

الموازاة أو التماثل في الدماغ:

الموازاة العضوية: الدماغ من المخ إلى الجذع مقسوم إلى نصفين بالتساوي.

تقطيع الدماغ على محاور مختلفة:

لا بد من تقطيع للدماغ على محاور مختلفة لتظهر خفاياه، ولا سيما وانَّ اجزاء كتلته متصلة بجسور كثيرة، ومغطاة بالقشرة الضخمة. ثم ان التشريح الدقيق المتدرج وصبغ النسج ومعاينتها مجهريا تبدي الخلايا على انواعها واشكالها ومواقعها.

المحاور المستعملة هي: **المركزي**: **التاجي**: **المعترض**.

القَطْعُ المركزي:

القطع على محور الشرم يسمى (القطع المركزي) فيفصل الدماغ الى نصفين متساويين (شمال يمين). اذا فعلنا ذلك نحصل على ما يسمى **الشق الشمال للدماغ، والشق اليمين**. هما نظيران أو متماثلان عضويا كما الشيء وصورته في المرآة.

مراجعة الصور تدل على ان الشرم المستطيل يقع على سطح الدماغ الطويل مناصفة. ولقد ذكرنا سابقا انه لا يفصل كليا بين كتلة الدماغ الا في المقدمة عند الجبين، وفي المؤخرة عند القذل.

القطع على محور الشرم المستطيل يقص الجسم الكاتب فينفصل نهائيا الشقان.

ظاهرة التجانب (التحيز والاحتكار):

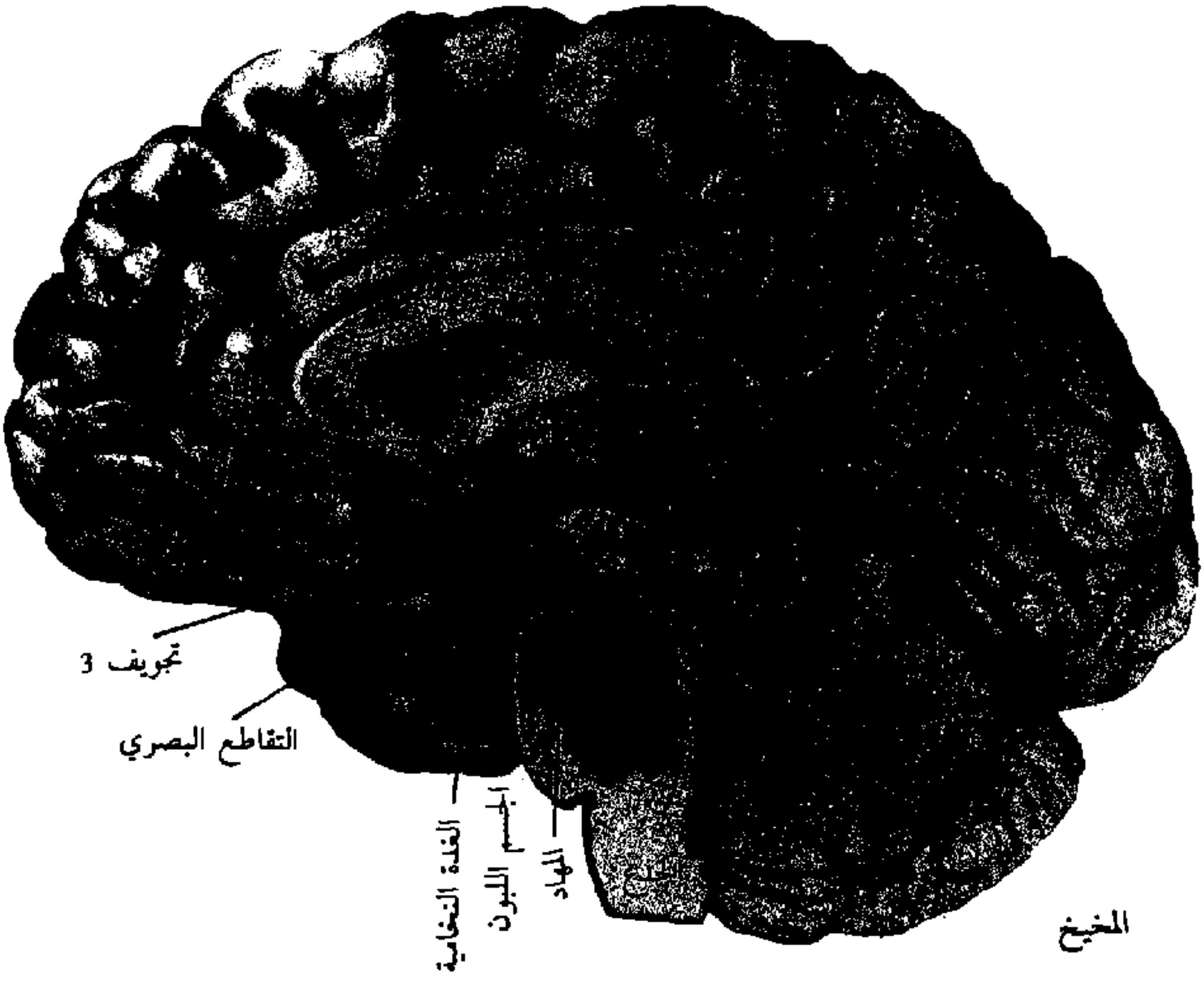
الموازاة العضوية لا تفرض التطابق في الوظائف. معلوم ان حركات الاطراف مضبوطة من الشقين على خلاف، فالشق اليمين يحرك الطرف الشمال، والشق الشمال يحرك الاطراف اليمينية، وهناك ظاهرة مذهلة تسمى (ظاهرة التجانب أو التحيز) اذ نجد ان كل شق يحتكر وظيفة لا يقوم بها الشق الآخر.

الصورة رقم 38 القطع المركزي

1 ـ حاجز

2 ـ الأخدود المركزي

3 ـ نتوء الزنار



انظر صورة 66

لا يزال سطح المخ الذي انكشف سليما، لأن الشق اليمين مستقل في كتلته عن الشق الشمال. ويبدو الجسم الكانب مقطوعا.

القطع يبدي بعض ما في جوف الدماغ من اجزاء، مثل المهاد وغيره.

القطع يطال المخيخ فيظهر احد الشقين. الشقان موصولان بكتلة ملتوية ومتشعبة من الاوتار العصبية البيض، تتفرع كالشجرة، فتسمى (شجرة الحياة (Vermis).

يهيمن الشق الشمال، مثلا، بوظيفة النطق. خلايا هذا الشق هي التي تختار الكلمات الاساسية حين يتحدث أو يكتب الانسان. والشق الشمال ايضا ينشغل بالعمليات الحسابية وبالمنطق وهو الشق التحليلي والمهيمن.

الشق اليمين صامت، لا يتكلم. لكنه، المسؤول عن صياغة الاسلوب الكلامي والكتابي. هو صاحب الخيال والابداع الفني كالتصوير، وهو الذي يقرر درجة بلاغتك. الكل ينطق، لكن البيان الرائع لا يملكه الا قلة من البشر. هو الشق الذي، يربط الحقائق المبعثرة ليوحدها مستنبطا النظرية الشاملة. اذن الشق اليمين يهتم بالصيغة أو الصورة الكاملة، بينما الشمال يهتم بالتفاصيل الاساسية.

تقطيع الدماغ على محاور الاخدودين:

1 ـ الاخدود الجانبي يقطع الدماغ معترضا لذلك قَطْعُهُ على هذا المحور يعطي كتلتين: العليا مكونة من فلقتي الجبين والهامة كليا وفلقة القذل جزئيا.

اما الكتلة السفلى فتتكون من فلقة الصدغ كليا وبقية فلقة القذل.

2 ـ الاخدود المركزي: اذا قطعنا الدماغ عرضا ونزولا الى نصفين (امام: خلف) سُمّي المحور (**القَطْع التاجي**). **الاخدود المركزي هو محور شبه تاجي.**

الاخدود المركزي يقع تقريبا على هذا المحور. اذا اعملنا السكين في الدماغ قَطْعنا على المحور (شبه التاجي) لحصلنا على ثلاث كتل:

الكتلة الاولى: تنفصل كليا عن الدماغ، وهي فلقة الجبين، لأن هذه الفلقة مفصولة خُلقة عن فلقة الصدغ. ثم ان الاخدود المركزي يحدد الحدود فقط بين فلقتي الجبين والهامة. لذلك تكون الكتلة المنفصلة فلقة الجبين فقط.

اذا نظرت الى الصورة المرفقة لوجدت ان **الكتلة الثانية** المنفصلة هي جزء كبير من فلقة الصدغ.

اما **الكتلة الثالثة** فهي مكونة من فلقتي الهامة والقذل كليا وما بقي من فلقة الصدغ

بقية أقسام المخ

المادة البيضاء في المخ:

بعد الانتهاء من قشرة المخ وخلاياها الرمادية، نجد تحت القشرة كتلة ضخمة بيضاء اللون، وتسمى المادة البيضاء.

تكتسب لونها الابيض من تجمع الاوتار العصبية المكسوة بغشاء دهني يعزل الاعصاب عن بعضها. هذا الغشاء الدهني ضروري لتوازن الحركات، ولا ينضج الغشاء الا بعد سنة من ولادة الطفل، مما يفسر بعض حركاته المضطربة كما في السير مثلا.

في قلة من البشر ولأسباب مجهولة، تخسر الاعصاب غشاءها في الراشدين، فيخسر الانسان قدرة التحرك، ويسحب رجله حين يسير. هذه الامراض الخطرة لا رجعة عنها.

الكبسولة الداخلية: من اهم مجموعات الاعصاب في المادة البيضاء هي **(الكبسولة الداخلية). اوتار ممتدة ما بين المخ وما دونه، صادرة عن الدماغ وواردة اليه. حين تخرج من كل اقسام القشرة تتوجه الى المادة البيضاء فتترتب مثل شعاعات تنصب على جذع الدماغ، وتكون حزمة متينة قرب اعلى الجذع فتسمى عندئذ الكبسولة لشدة تجمعها. سأذكرها كثيرا لأن على حافتيها تقوم نويات مهمة مثل العقد الاساسية المبعثرة في المادة البيضاء، ولها شأن في تحديد بعض مناطق المهاد.**

العقد الاساسية

يبقى من تركيب المخ مجموعة نويات كبيرة، مبعثرة في المادة البيضاء. سنشرح بعض وظائفها لاحقا.

الباب الحادي عشر

التعريف بجذع الدماغ

Brain Stem

الصورة رقم 39

صورة تمثيلية لجذع
الدماغ من الجانب



ازالة المخ والمخيخ تبدي بعض اجزاء الجذع المذكورة في الصفحة 124.

الجذع

الجذع هو أسفل جزء من الدماغ في الجمجمة، وينتهي بالنخاع المستطيل. في قعر الجمجمة من الخلف يوجد ثقب (الثقب الكبير) يكون نافذة الدماغ الى شريكه المركزي (النخاع الشوكي المتصل عضويا بالنخاع المستطيل).

اجزاء الجذع:

بدءاً من الأسفل ثم صعوداً، هي:

1 ـ النخاع المستطيل.

2 ـ القنطرة. النخاع المستطيل والقنطرة هما من (دماغ الخلف).

3 ـ الدماغ الوسط: اصغر الاجزاء واقلها تطورا.

4 ـ الدماغ المتوسط (دماغ بين بين) لأنه واقع بين الدماغ الأمام الجديد (المخ) والدماغ الوسط.

أهم أقسامه المهاد وتحت المهاد (راجع باب 17 و18).

الصورة رقم 40 القنطرة والنخاع المستطيل

صورة للسطح الأسفل



1 ـ **النخاع المستطيل**: أسفل أقسام الجذع. تطورت فيه نويات أعصاب الجمجمة، والتجويف الجانبي، والتجمع الشبكي ومحطات الاتصال بالمخيخ. ستدرك أهميته حين نشرح أعصاب الجمجمة. يهتم النخاع المستطيل بحركات (غير طوعية) مثل تلك لخفقان القلب والتنفس، فتتم الحركات الاساسية بلا وعي أو ارادة منك.

2 ـ **القنطرة**: أقرب أقسام الجذع الى مقدمة الدماغ فتكون جسراً واصلا لأجزائه. فيها أيضاً نويات أعصاب الجمجمة من رقم 5 الى رقم 8 (راجع الفصل القادم). ثم أن التجمع الشبكي (آلة التنبيه العام للدماغ) يكون أعلى تطورا في القنطرة منه في النخاع المستطيل. وفي القنطرة نويات تنظم دورات النوم واليقظة والأحلام. وفيها أقواس ردود الفعل للبلع وغيره...

الصورة رقم 41 منظر جانبي للمخيخ الشمالي وللجذع

الدودة Vernis متفرعة إلى شجرة الحياة

صورة جوفية



صورة جوفية

1 ـ الحدبة العليا 2 ـ الحدبة السفلى 3 ـ قاعدة المخيخ العليا 4 ـ قاعدة المخيخ السفلى 5 ـ العصب الثلاثي في الجمجمة 6 ـ القنطرة، قطع شبه مركزي 7 ـ النخاع المستطيل 8 ـ النواة المُسنَّنة: Dentate Nucleus أكبر النوايات الأربع الجوفية في المخيخ، مغموسة في مادته البيضاء، قرب الدودة (أعصاب المخيخ التي تربط الشقين). لا تضخم الا في الانسان. اتصالاتها مع المهاد وخلايا بركنجي في المخيخ مما يدل على شأنها العظيم في استواء القامة وضبط التوازن والسير، ورصد التحركات الدقيقة.

الدودة أو شجرة الحياة هي كتلة من الأعصاب البيض تصل ما بين شقي المخيخ.

3 ـ الدماغ الوسط: اصغر اجزاء الدماغ وأقلها تميزا في الانسان. نشأ من النفاخة الثانية (راجع نشأة الدماغ). تبعثرت اجزاؤه وخسر مكانته حين ضخم مخ الانسان، لكنه يبقى هذا الدماغ القديم جزءا اساسيا من الدماغ بما له من أعمال.

مقدمته عند المهاد وينتهي عند القنطرة. سقفه أو سطحه محدب لوجود مرتفعين (**الحدبة العليا والحدبة السفلى**). اما نصفه الثاني فهو دون السطح حيث توجد مجموعة ضخمة من أوتار القشرة، ونويات مستقرة في ما يسمى **قاعدة المخيخ العليا**. ما بين مجموعة الاوتار الضخمة والقاعدة، توجد نويات «**المادة السوداء**» التي تغطي وسط الدماغ الوسط من أوله الى آخره. وفي الدماغ الوسط مجموعة مهمة من الخلايا تسمى **النواة الحمراء**.

تمر في قاعدة المخيخ العليا أعصاب من المهاد والمخيخ وتنزل اليها أعصاب من المخ محزومة في الممرات الهرمية. قريبا من القاعدة تقع **النواة الحمراء** التي تتسلم اعصابا من المخيخ، فتضبط بعض الحركات العضلية. اوتار من قاعدة المخيخ العليا تخترق النواة الحمراء وتحيط بها تحت النواة الحمراء تقع كتلة المادة السوداء. **اما قاعدة المخيخ الوسطى حيث القنطرة فمن هنا تتوجه اوتار القنطرة الى المخيخ.**

كتلة المادة السوداء:

اضخم الكتل في الدماغ الوسط البشري. هي صغيرة في الفقريات الدنيا وتتسع في اللبونات لتمتد على طول الدماغ الوسط في الانسان. تصنع وتفرز مادة سوداء (ميلانين) كتلك التي تصبغ الجلد، مشتقة من الدوبامين وتنصب في عقد المخ الاساسية كالجسم المثلم.

اضطراب التفاعلات الكيماوية المصنعة لهذه المادة أو تقرح كتلة المادة السوداء تسبب انواعا من الاضطرابات الحركية كمرض باركنسون. في هذه الحالة تنضب السوداء، لذلك كانت معالجة المرضى بمشتقات دوبامين من اهم الاكتشافات الحديثة.

الكائنات من الفقريات الدنيا كالسمك والضفادع لا تحظى بمخ متقدم، فيكون الدماغ الوسط أعلى الأقسام، فينسق وظائف الجهاز العصبي ويوحد بينها.

الصورة رقم 42 الحدبات والقواعد للدماغ الوسط صورة للسطح الأعلى



الدماغ الوسط هو دون المهاد نزولا الى قاعدة المخيخ العليا. فيه التجمع الشبكي والنواة الحمراء ونويات «المادة السوداء». هو محطة ضخمة لتجمعات من اوتار المخ وغيره. وله شأن عظيم في السلوك العاطفي للكائنات الدنيا. وفيه نويات لاعصاب الجمجمة التي تحرك طابة العين، وفيه دوائر لردود الفعل البصري، وتمر فيه اوتار للسمع والبصر.

حدبتا السقف المذكورتان أعلاه هما مراكز البصر في تلك الكائنات، وتسميان «فلقتا البصر» لأن احاسيس العين تصل اليهما. أما في اللبونات الدنيا فإن الحدبتين متميزتان، اذ تكون العليا محطة لأعصاب البصر الواردة الى المخ، وتكون الحدبة السفلى لأعصاب السمع. غير أن الحدبة العليا المهمة لبصر كائنات دنيا كالقط ليست بذي شأن في بصر الانسان.

الباب الثاني عشر

اعصاب الجمجمة

Cranial Nerves

ـ اثنا عشر ممرا عصبيا، كل منها مرتب كوحدة عملية، موجودة بالتوازي (يمينا وشمالا).

ـ الصفة المشتركة بينها هي اختراقها الجمجمة من ثقوب مختلفة لتستقر في جوف الدماغ. ولهذا سميت اعصاب الجمجمة، كما سميت مجموعة ثانية (الاعصاب الشوكية) لأن المقر النهائي لنوياتها هو في النخاع الشوكي.

ـ صحيح ان اعصاب الجمجمة متعلقة بالدماغ حيث نوياتها الأولى، لكن لهذه الاعصاب نويات تختلف عددا وموقعا بحسب كل منها. وما يصيب الجسم يعتمد على النواة المصابة.

ـ يجهد العلماء في معرفة تفاصيل الممر لكل عصب، لأن في هذه المعلومات افادة لفهم تركيب الجهاز العصبي، وثانيا لأن معرفة طريق العصب ومواقع نوياته تسهل الاهتداء الى مقر العطب الداخلي حين يظهر عيانا خلل يشكو منه المريض.

ـ اذا وردت مصطلحات مثل «بدن، احشاء» فإن «بدن» تدل على العضلات الهيكلية كما في اليد أو الساق. اما «احشاء» فتشير الى عضلات القلب والامعاء، وتدل ايضا على الغدد الفارزة (لعاب، دموع).

الصورة رقم 43 مداخل ومخارج أكثر أعصاب الجمجمة



الاعصاب مرقومة كما هو مبين. عصب الشم (رقم 1) غير مذكور في الصورة. رتبت الاعصاب في جدول مختصر في الصفحة 133 .

رقم واسم العصب	معلومات عامة
1 ـ الشم Olfactory	منتهاه في المخ. خالص للحس الخاص (الشم).
2 ـ البصر Optic	منتهاه في المخ. خالص للحس الخاص (البصر)
3 ـ مُحَرّك العين Oculomotor	منتهاه في الدماغ الوسط. خليط من حس وحركة فيضبط أكثر عضلات العين. يعدّل القزحية (الحدقة) من تكبير وتصغير حين تختلف قوة الاضاءة. يسبب تقلص البؤبؤ (انسان العين). تلفه يُفقِد الانسان مرونة الرؤية.
4 ـ مُحَرّك البَكرَة Trochelar أصغر الاعصاب	منتهاه في الدماغ الوسط. خالص للحركة. يضبط عضلة واحدة في العين هي (العضلة المائلة). يساعد على حركة دائرية فيشد البكرة بعيداً عن محورها حين تلوي العين الى الداخل أو إلى الخارج، ويشد العين نحو محورها حين تخفضها. تلفه يسبب عجزاً عن تحريك العين الى تحت (الرؤية العمودية) أو الى الجوانب، لذلك يظهر العمى النصفي، فيشكو المصاب من عجز عن نزول الدرج، ويثني المصاب رأسه الى الجهة السليمة للتعويض عن الانحراف الجانبي للعين المضروبة.
5 ـ الثلاثي Trigeminal: ـ أكبر الاعصاب، منتهاه في قنطرة الجذع للدماغ. له ثلاثة فروع: عيني Ophthalmic ـ فكي Maxillary ـ حنكي Mandibular	هو «العصب الكبير للحس في الرأس». وله فرع حركي صغير ولذلك سمي بالتوأم الثلاثي. الاوتار البدنية للحس العام (أوتار واردة) تنقل الحس للألم واللمس والحرارة من لواقط جلدية سطحية في القرنية والوجه والجيوب والجبين والاسنان والاغشية المخاطية كما في الانف وغيرها. وتنقل هذه الاوتار الحس بالموقع والوجهة لحركات الاسنان والفك. أما أوتاره للحركات الخاصة في الاحشاء (صادرة) فإنها تغذي عضلات المضغ وغيرها.

الفرع العيني هو الذي ينقل الاحاسيس من الجفن الاعلى، وجوانب الانف الداخلية وجلد الرأس. أما الفرعان (الفكّي والحنكي) فهما لتغطية جميع الاجزاء الداخلية للوجه وللرأس.

تلف الثلاثي يسبب صعوبة في المضغ والتكلم والحس في الوجه على الجهة المصابة نوياتها.

---

6 ـ الخطّاف Abducens

ـ منتهاه في القنطرة

ـ حركي خالص وبدني

يغذي عضلة واحدة في العين (العضلة المستقيمة). تلفه يسبب عجزاً في تحريك العين الى الجانب المصاب فيشتد عمل عضلة الجانب السليم مسبباً الحول والرؤية المزدوجة حين يدير بصره الى الجهة المصابة (يرى صورتين معا جنبا الى جنب للشيء الواحد).

الخطف في لغة الطب هو حركة تُبْعدُ العضوَ عن محور الجسم. حين تمد يدك جانبا تكون قد أبعدتها بواسطة العضلات الخطافة. يقابل هذه الحركة ما يدني العضو من محور الجسم كما تفعل حين تعيد يدك الى مكانها المرتاح في جانب الجسم (راجع العصب 4).

---

7 ـ الوجه Facial

ـ منتهاه في القنطرة

ـ خليط من حس وحركة

له ثلاثة فروع. أوتار للحس الخاص (التذوق من الثلثين الاماميين في اللسان). وأوتار احشائية كولينية لغدد فارزة كاللعاب والدموع.

أما فرعه الحركي فيضبط كل العضلات الطوعية الفاعلة في التعبير بالوجه. لذلك يسمى (عصب التعبير أو الملامح).

أنواع من العطب للنويات تسبب شللا لتحركات عضلات الوجه يرافقها أحياناً خلل في التذوق وبعض الافرازات. لربما أصيب بشلل لكل العضلات في الجهة المصابة فلا يجعد جبينه

ولا يقفل عينيه، أو يبدي أسنانه أو يصْفِر أو يُقبّل، وتتدلى شفتاه فتخفض زاوية الفم في الجهة المصابة. وتضعف اقواس رد الفعل للقرنية.

وخلل في نويات حركية سفلى تجعله لا يقفل عينه في الجهة المصابة فتعمد العضلات السليمة الى التقبض فيرتفع الفم الى تعبير يشبه التكشير، ويفقد جزئياً قدرة فرز اللعاب والتدمع والتذوق. (راجع عصب 9 الذي يشارك في حاسة التذوق).

---

8 ـ القوقعة عصب السمع والتوازن - cochlear

Vestibulocochlear- حسي مُنَبِّه لخلل التوازن

منتهاه في النخاع المستطيل. خالص للحس. له فرعان: واحد لحاسة السمع، والثاني للحس العام حافظ التوازن والتوجه. تلف الثاني يسبب الاضطراب كالدوخان والدوران، أما تلف الأول فيقود الى الطرش. من الطريف ان الانتيبوتك «ستربتومايسين» يدمر فرع السمع من العصب بعد تناول جرعات كبيرة لإنقاذ حياة من يصاب بمرض السحايا (منجيت) ويكون الثمن احياناً الطرش.

يمتد فرع التوازن إلى النخاع الشوكي لأنهما من أجهزة التعديل للتوازن الحركي.

---

9 ـ الحلقوم اللساني Glossopharyngeal

ـ منتهاه في النخاع المستطيل

ـ قريب من عصب الجوال وشريكه في الاحشاء وفي اختراقه الجمجمة من ثقب الوريد.

خليط من حس وحركة. طريف في مشاركته العصب 7 لنقل التذوق من اللسان. فرع الحس الخاص ينقل التذوق من الثلث الاخير في اللسان.

أما فرع الحس العام فينقل أحاسيس جلدية من وراء الاذن، ولمس دقيق وألم وحرارة من الثلث الاخير من اللسان أيضاً، وينقلها من اللوزتين وأعلى الحلقوم والقناة الداخلية الواصلة ما بين الأذن والحلقوم، فتعدل الضغط على حافتي الطبلة (كما يتم في التثاؤب).

الفرع الحركي يضبط عضلات لا طوعية أو حركات

«الفعل المرتد المسماة قوس التقيؤ أو التَهَرّْع».
لو أدخلت اصبعك الى الحلق ولمست اللهاة لقامت حركات تلقائية تسبب اقفال القصبة الهوائية، ولربما قذفت ما في المعدة.

حين يخدر الانسان كما في الجراحة فإن هذا القوس لا يعمل، فتبقى قصبة الهواء مفتوحة. والتخدير يزيد أيضاً من احتمال التقيؤ. لذلك لا بد من امتناع المريض عن الطعام والشراب 12 ساعة قبل العملية. وإلاّ قذف ما في جوفه كالحامض مثلا، فيدخل القصبة الهوائية فإلى الموت!

خليط من حس وحركة من أهم المشرفين على الجهاز العصبي المستقل في شعبته الكولينية. الحركة والحس للبدن وللأحشاء وغيرها. الفرع الحركي.

---

10 ـ الجوّال Vagus
ـ منتهاه في النخاع المستطيل
ـ عصب الحياة
ـ أكثر الاعصاب تشعبا وامتدادا لأنه يغطي الرأس والرقبة والصدر والبطن، نازلا من ثقب الوريد في الجمجمة ومتصلا بالنخاع الشوكي

يحمل أوتاراً صادرة الى العضلات الطوعية وغيرها في الحنجرة (آلة النطق) والحلقوم (آلة البلع المتصلة بفتحات مع الأنف والمريء والحنجرة). ومن الفروع الصادرة ما تغذي عضلة القلب وعضلات المعدة والامعاء والقصبة الهوائية وشعبها كما تغذي غدد فارزة في المعدة والبنكرياس.

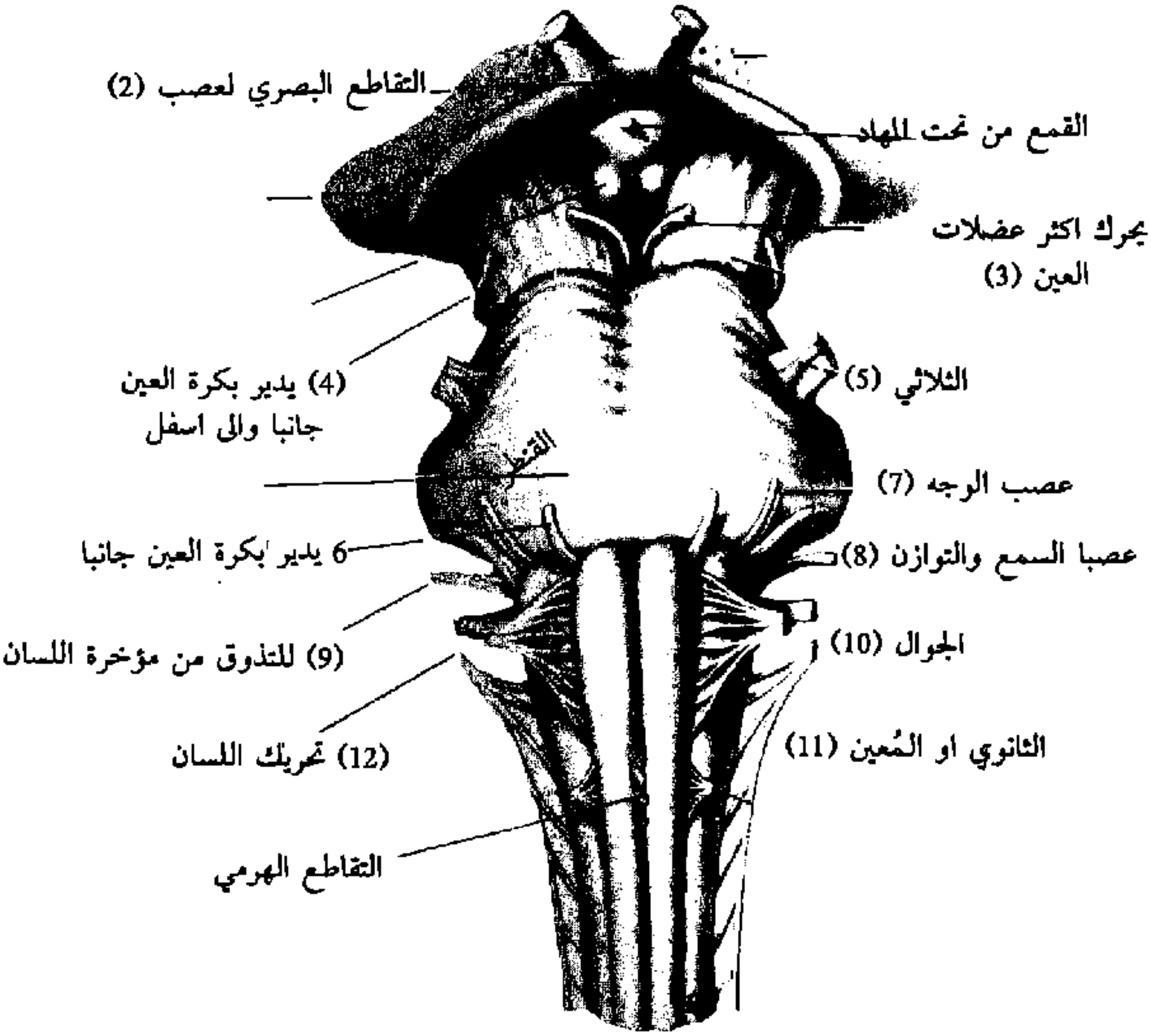
العصب الحركي يمهد للبلع والتكلم، ويسبب توقف القلب، والتحركات الإيقاعية والامعاء، وتقبض العضلات في ممرات التنفس ويسبب الافرازات في الجهاز الهضمي.

العصب الحسي ذو الاوتار الواردة يحمل نبضات من الأغشية المخاطية للحنجرة والقصبة الهوائية والرئة والمعدة والابهر بهذه الاوتار تتم أقواس الافعال المرتدة فتضبط شرعة التنفس، ويسهل العطس والسعال، ويتوقف القلب ويشعر المرء بالجوع.

	ومن أوتار الحس في الجوال ما يتصل بالجسم السباقي (Carotid) حيث توجد لواقط كيماوية. هذا الجسم يحيط بالشريان السُباقي واذا ما ضُغط هذا الشريان يغمى على الانسان. هذا الموقع هو من المواقع التي تسدد اليها الضربات في فنون مثل الجودو.
11 ـ المُعين أو الثانوي Accessory	متهاه في النخاع المستطيل. حركي خالص، يغذي عضلتين في الرقبة. لكن هاتين العضلتين متصلتان بأعصاب شوكية. لذلك تدمير نواة هذا العصب لا يمنع حركات الرقبة، ويبقي الرأس بحركات طبيعية. لكن المصاب سيرتخي كتفه من الجهة المصابة فيجد صعوبة في هز كتفه، وسيصعب عليه التلفت الى الجهة السليمة، لأن هذا العصب يضبط أقواساً من الفعل المرتد التي تسهل التلفت على خلاف.
12 ـ ما تحت اللسان Hypoglossal ـ متهاه في النخاع المستطيل، حركي خالص	يغذي كل عضلات اللسان. تقرح نواياته يضرب اللسان بشلل من النصف المصاب. اذا مد المصاب لسانة ينحرف الى الجهة المصابة لأن ترتيب عضلات اللسان معكوس مما يسهِّل للعضلات السليمة بأن تشد الى جهة الضِدّ لها.

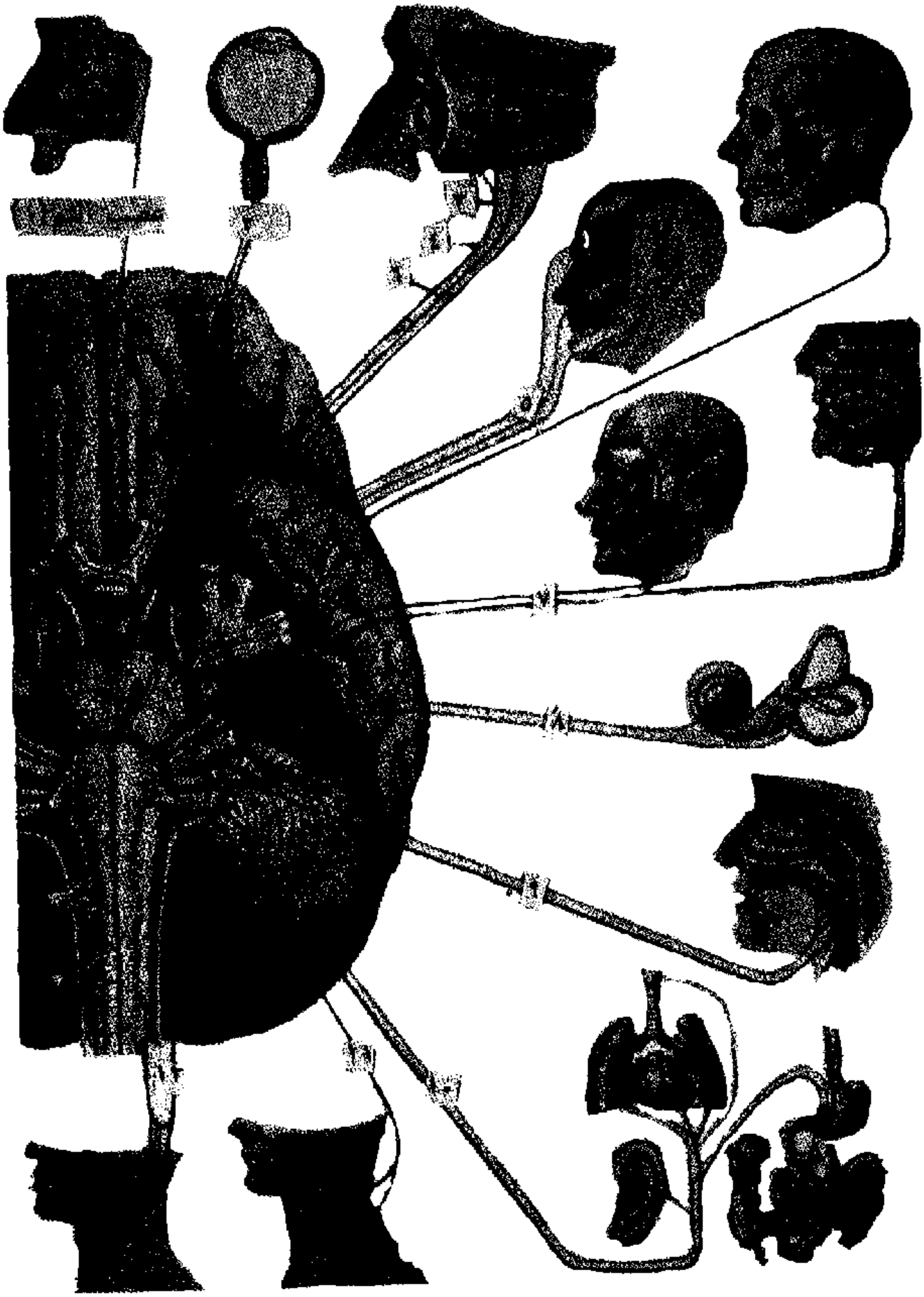
الصورة رقم 44 التوازي بين اعصاب الجمجمة (يمينا وشمالا)

رسم تمثيلي لمؤخرة الجذع من الدماغ



لا تُرى عصب الشم (1) لأنه اعلاها موقعا

الصورة رقم 45 اهداف اعصاب الجمجمة بالصور ومخارجها ـ مداخلها في اسفل الدماغ



الباب الثالث عشر

التركيب العملي للدماغ

Functional Structure of the Brain

تعريف الوحدة العملية: الوحدة الاساسية من وحدات القشرة العاملة هي اصغر مجموعة من الخلايا العمودية التي تضم من الاوتار الصادرة والواردة والمشاركة ما هو ضروري كحد ادنى لاقامة دائرة عصبية كاملة.

كما يقسم العلماء الدماغ بالتشريح العضوي الى مخ ومخيخ وجذع، يقسمونه ايضا الى وحدات تقوم كل منها بعمل معلوم فتشرك بعضها بعضا مهما تباعد الاجزاء العضوية. واي تقسيم يعتمده العلماء سيبقى امرا مصنوعا وخارجا عن مبدأ الوحدة بين الاعضاء واعمالها.

قشرة المخ كتلة واحدة مستقلة بتركيبها العضوي لكنها مختلفة باعمالها فتشرك اجزاء دونها. نستطيع تقسيم المخ وبقية الدماغ الى الوحدات التالية:

1 ـ القشرة الحسية: تتسلم وتفسر المحسوسات الخاصة (بصر مثلا) والعامة كاللمس وغيره.

2 ـ القشرة الحركية: تصدر الامر بالتحرك، ولا سيما الحركات الطوعية كالانتصاب والسير والمهارة اليدوية التي هي عنوان الانسانية.

3 ـ القشرة المشاركة: لا تتسلم الاحاسيس ولا تصدر الاوامر مباشرة. تضخمت هذه القشرة فانحسرت امامها قشرتا الحس والحركة. صورة 46. المشاركة هي مقر المعرفة والذاكرة ومنها يصدر الفكر والخيال، وبها يتخطى الانسان حدود المادة وكأنه على «بساط الريح»

بهذه القشرة تتوقع المستقبل وتتذكر الماضي وتأخذ احاسيسك وحركاتك معنى خصوصيا فتعي.

4 ـ قشرة الإِرب: دماغ الاحشاء، لأنه يضبط ما تشعر به في احشائك (خفقان القلب المضطرب، أو تحرك امعائك) حين تحب أو تخاف. لمقدمة الفلقة في الجبين شأن عظيم في ما يسمى (السلوك العاطفي).

اذن، بينما تقوم المناطق المشاركة في فلقة الهامة بتحليل المحسوسات المختلفة وتفسيرها وتوحيدها، تقوم مراكز فلقة الجبين بربط القرار مع عواطفك، ليصدر السلوك النهائي. هذا الجزء من فلقة الجبين (اضخم ما يكون في الانسان) هو مصدر النيات، يتصل بالدماغ كله، فتكون الاشارة الى البدء بالاهتمام بما يواجه المخلوق، وتكفل استمرار العمل لتوحيد المعلومات نهائيا. هذا الجزء لا يتسلم مباشرة أوتار الحس والحركة ولا ينشغل بالتفسير أو النطق.

5 ـ القشرة تشرك ما دونها في عملها فنرى أوتارها موزعة في الجهات كلها. اقرب شركاء المخ هي العقد الاساسية في كتلة المخ البيضاء والمهاد وتحت المهاد (من جذع الدماغ) سنشرحها لاحقا.

6 ـ في الجذع والمخيخ والنخاع الشوكي مراكز تقوم باعمال مستقلة عن المخ.

المخيخ والجذع والنخاع الشوكي هي مراكز عصبية تضبط الاسس الضرورية للحركات والسير وتوازن القامة وعمليات في الاحشاء تتعلق بالجهاز الهضمي والتنفس والدورة الدموية. هذه النشاطات في الانسان والحيوان تغلب عليها حركات الفعل المرتد فلا تحتاج الى مخ اذ تتم بلا وعي.

7 ـ ثم هناك جزء من الدماغ يعنى بعمليات التنبيه العام للدماغ كله، ويزوده بالطاقة التي تسنده خلال انشغال كل جزء بعمله.

التجمع الشبكي هو مصدر عظيم للطاقة المنبهة، والعاملة ايضا في شؤون النوم واليقظة.

التجمع الشبكي: المنتشر من النخاع المستطيل صعودا الى المخ بواسطة

فروع مختلفة من الاعصاب يتغلغل الدماغ ويعمل على التنبيه العام ولا سيما حين يستقبل المخ معلومات واردة من الحواس. كل حاسة لها اعصابها الخصوصية المنتهية في مركز الحاسة المعين ولها ايضا اعصاب غير خصوصية متفرعة من الاعصاب الخصوصية هدفها التجمع الشبكي ليهيأ المخ وينبهه توقعا لوصول الرسائل. أوتار التجمع هي غير أوتار وممرات الحس والحركة، ونبضاتها تقول للدماغ «استعد لتنفيذ عمل ما».

التجمع قادر على تعديل الاستقبال والالتقاط والتجميع للنبضات الورادة من لواقط الحاسة فيسهل وصول النبضات الى الدماغ أو مستوى الوعي ويمنع بعضها فتبقى غير مدركة لا يؤبه لها. التجمع لا يعمل اذا خدَّر الانسان بدليل ان التخطيط الكهربائي للدماغ يثبت ان المعلومات تصل الى المراكز العليا بواسطة الحاسة لكن تخدر التجمع يبطل الشعور أو الادراك فكأنها لم تصل وكأن الجسم لم يتأثر. التجمع لا يؤثر في المعلومات الحسية فحسب بل له اثر في الوظائف الحركية للعضلات بنتيجة اثارة لليقظة.

شبكة التنبيه تنشط المراكز العليا الآمرة بالحركة فيظهر السلوك بقوة. تدمير هذا التجمع في ذكر الضفدع يفقده الهمة فلا يقفز الا اذا وخز بشدة، ويبقى اياماً لا يتحرك غير آبه للأكل ولا يسبح نحو انثى راغبة، لكنه يطأ اذا ما لامسته. ان تدمير الشبكة لا يدمر النظام الحركي ولا آليات الجنس أو الأكل، بل يُفقد المخلوق عزمه عليها. نرى النتائج نفسها في الحيات وكائنات اخرى فتفقد بعضها الميل الى التعلم والرعاية والعدوانية. اي ان تدمير الشبكة يغيّر الميل الى التصرف لا التصرف نفسه. احتمال حدوث التصرف يخف لكن لا تخف حدته اذا وقع. اذن التجمع لا يحتوي مراكز أو آليات التصرف بل يشمل اليات التنشيط والتعبئة وفيه ايضا اليات تخفف حدوث تصرف ما فيكون بذلك قادرا على الردع بحسب الظروف. هو شبيه الدينامو انما يتأثر بالهرمونات وغيرها فيكون للاثارة تارة وتارة يخمد الاحساس.

اذن المؤثرات الحسية تثير في الحواس نبضات تنقل الرسالة (صورة، صوت...) بواسطة الممرات الحسية الخصوصية ترافقها نبضات منبهة بواسطة الممرات اللاخصوصية فتظهر الاستجابة أو السلوك بقوة تحددها درجة التنبه

المرافقة للمعلومات. اذا كان تقويمك أو تنبهك لأمر طارىء هو اقل مما يستحق الأمر لكانت استجابتك دون المستوى المطلوب.

سنبحث في هذا القسم من الكتاب موجزا للاقسام التالية من الدماغ:

1 ـ القشرتان الحسية والحركية

2 ـ قشرة الإِرب (جزء من جهاز الإِرب أو دماغ الاحشاء)

3 ـ شركاء القشرة الاقربون

أ ـ العقد الاساسية

ب ـ المهاد

ج ـ تحت المهاد

الباب الرابع عشر

قشرتا الحس والحركة

Sensory & Motor Cortex

مراكز الحس والحركة في الانسان تشغل ثلث القشرة، وبقية المخ للفكر والخيال والمنطق والذاكرة. اما الكائنات الدنيا فدماغها مشغول بالحس وبالحركة.

طبقات الخلايا في قشرة المخ: مهما تشرح القشرة عامة فلن تجد الا خلايا رتيبة في التكرار، وكأن المراقب وسط رمال لا تنتهي. لكن استعمال الاصباغ والمجاهر يبديان اشكالا وطبقات مختلفة من خلايا القشرة.

بالتقنيات الكهربائية ومراقبة المرضى وعواقب العمليات الجراحية تتبدى وظائف الخلايا. يسهل ان نستنتج موقع المركز لحركة ما أو لحس ما لكن كيف يهتدي العلماء الى مراكز عملها التفكر والتخيّل!

القشرة طبقات من الخلايا العصبية وغيرها، ويكون غلظ الطبقة 50 ـ 100 خلية.

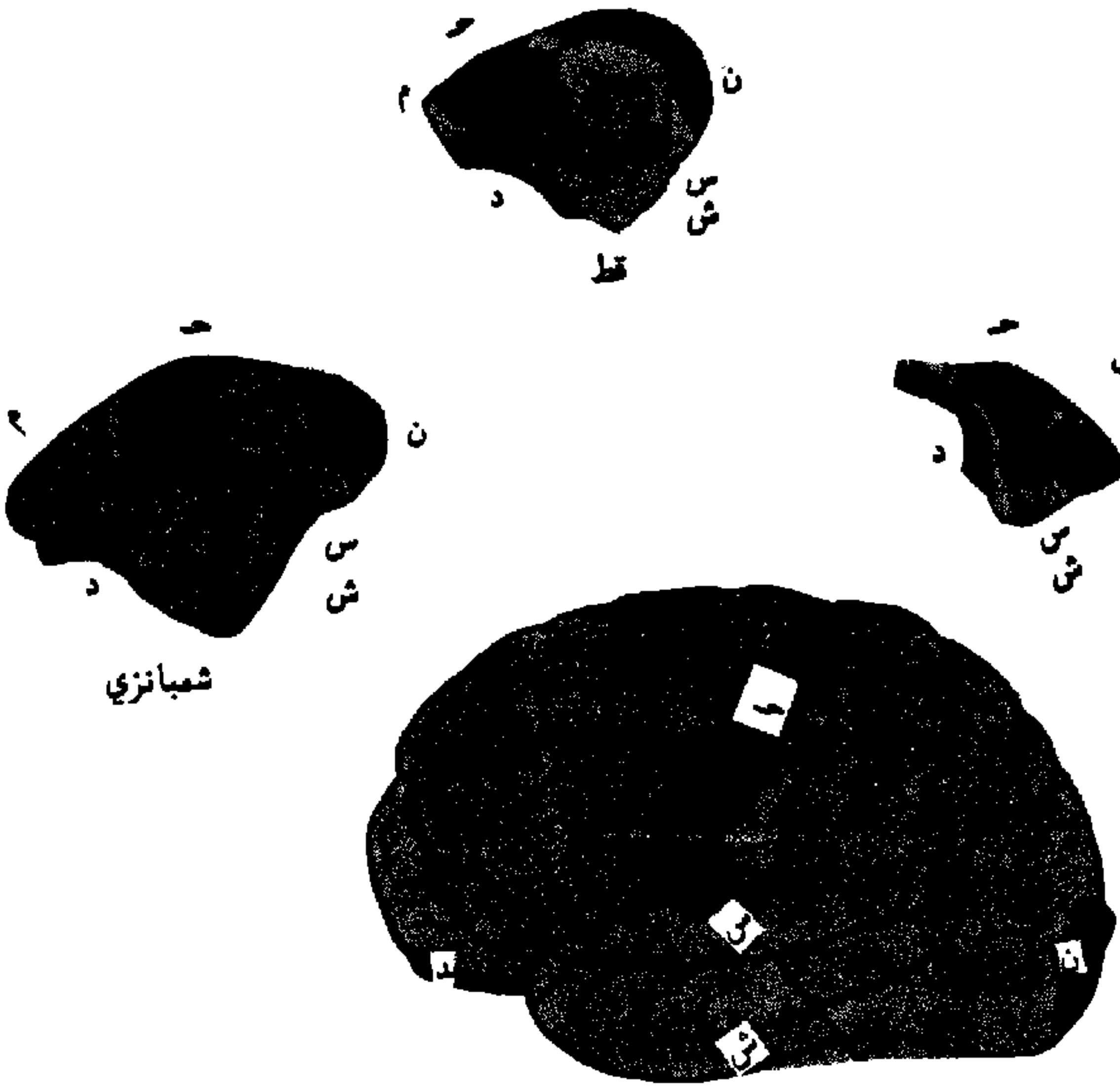
الخلايا العصبية مرتبة كأعمدة مختلفة شكلا وعددا. يعرف العلماء ست طبقات من تلك الاعمدة في الطبقات العالية. وفي الطبقة الخامسة توجد الخلية بالشكل الهرمي الذي تمتاز به القشرة ولقد اشرت اليه سابقا مع صور الخلايا العصبية في أول الكتاب.

وهناك اشكال صغيرة كالنجمة التي تكثر في الطبقة الرابعة، وما دونها، وأشكال كالمغزل الدقيقة اطرافه، ويكثر في اسفل طبقات القشرة.

مراكز الحس الخاص والعام نوعان: رئيسي ومشارك: صورة 47
مراكز الحواس الخاصة والحس العام مرقومة. المركز يعني خلايا وعقد تقوم بعمل واحد وان تباعدت مواقعها (مثل 18 و19 و39).

اشرت الى المراكز التي تقوم مباشرة بتسلم المعلومات الحسية كالبصر والسمع (انظر الصورة 47). المناطق الرئيسة لا تستطيع التقرير النهائي لطبيعة المحسوسات ما لم تشرك غيرها في عمليات التفسير والتقويم وتقرير نوع الاستجابة وقوتها للمحسوس.

الصورة رقم 46 منظر جانبي يبين انحسار مراكز الحس والحركة

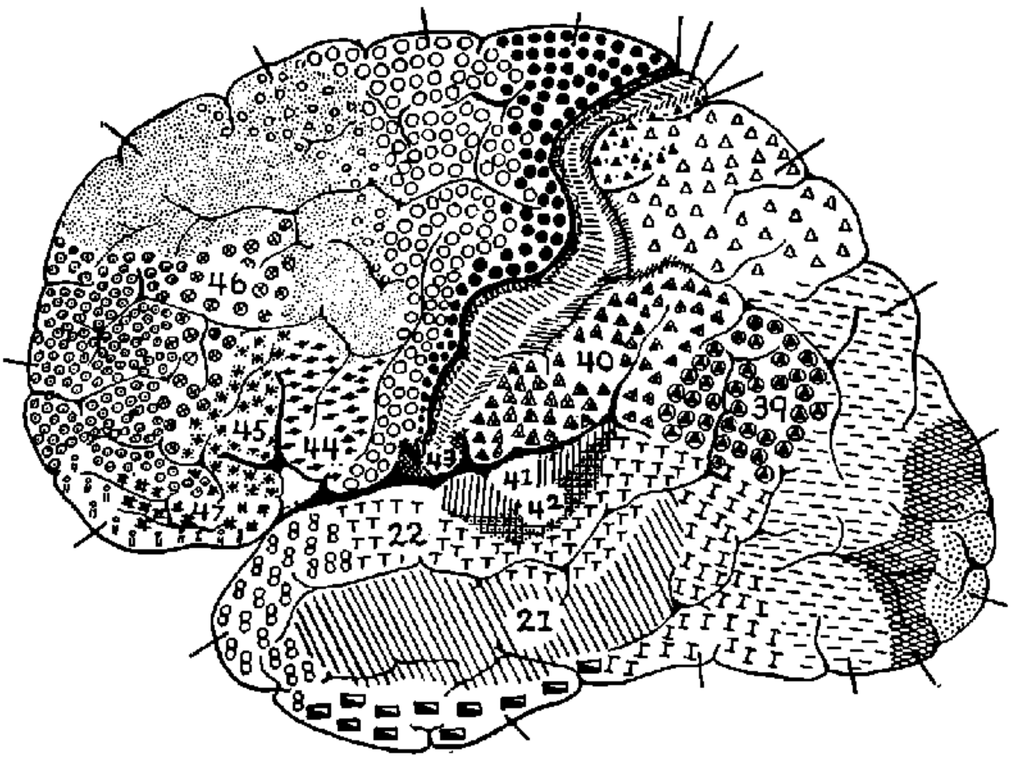


خفضت احجام الأدمغة بالتساوي لتشاهد الحجم النسبي لكل منها. المناطق الداكنة (مخططة أو منقطة أو غيرها) تمثل مراكز الحواس والحركة، اما المناطق البيض فلها وظائف «فكرية» وهي مراكز المشاركة. اتساع المناطق البيض في الانسان وكثرة الطيات في القشرة (خطوط دقيقة) واضحان.

لاحظ تضخم الفلقة الجبينية في الانسان وضآلتها في الكائنات الدنيا. «دماغ الشم» اكبر نسبيا في القط منه في الانسان. جزء من دماغ الشم في المناطق الداكنة. ن = نظر: س = سمع، د = دماغ الشم (الدماغ الأمامي) ح = مراكز الحس والحركة، م = مقدمة الفلقة الجبينية (منطقة بيضاء) ش = مراكز الشم في الفلقة الصدغية الواضحة في الانسان.

سعة الجمجمة للانسان والشمبانزي 1500 و450 سم^3 تقريبا بالترتيب.

الصورة رقم 47 خريطة المراكز الحسية والحركية



مراكز البصر: اهمها رقم 17 في جوف قشرة القذل. هي اكبر المراكز في الانسان وترى خلاياها بالعين المجردة كحزام مثلم في القشرة الدقيقة (عمقها 1,5 ميلليمتر)، وهنالك مناطق حولها (رقم 18 و19 و39). 17 هي المنطقة الرئيسية اما 18، 19 و39 فهي المناطق المشاركة.

مراكز السمع: اهمها رقم 22 و41 و42 في الوسط الاعلى لفلقة الصدغ حيث تتقاطع سلسلة خلاياها عمقا مع الحواف الداخلية للأخدود الجانبي. رقم 22 يمثل المنطقة المشاركة (رقعة ورنكي)

مراكز التذوق: رقم 43 عند منتهى الاخدود المركزي في اسفله.

مراكز الشم: رقم 28. لا ترى المنطقة لأنها دون مراكز الشم اذ تقع عمقا في الوسط الاسفل لفلقة الصدغ.

مراكز الحس العام: مناطق 2 و1 و3 تشعر بوخز في الاصبع مثلا ويشعر بحركته.

مراكز الحركة: مناطق 4 و6 و8 وسنفصلها لاحقا.

تسمى هذه الخرائط (جداول برودمان) الذي كان من كبار الرواد القدامى.

رقم 44 و45 منطقة بروكا.

المنطقة الرئيسية للبصر هي رقم 17. وهي التي تتسلم من شبكة العين، مثلا، صورة شيء كروي أخضر. لكن تفسير هذا الشيء الى تفاحة، اذا كان تفاحة، يتم في المنطقتين المشاركتين (رقم 18 و19)، حيث مراكز التذكر والحفظ لمعلومات سابقة حول معاني الاشياء.

العَمَهُ: اذا تقرحت المنطقتان 18 و19 فإن المصاب لن يعرف ما يرى. يسير مثلا، في شارع عليه حطام من زجاج، فيبتعد عنه. لكن اذا سُئل عن الشيء الذي ابتعد عنه، فلن يعرف. اما اذا لمس الزجاج فسيقول «زجاج». سبيل معرفته بالبصر مغلق من غير ان يكون أعمى أو غير ذلك. هو يعرف باللمس أو بكل حاسة الا بالبصر.

العجز عن المعرفة بالحس، من غير عطب رئيسي، يسمى (ألعَمَهُ). ويكون العمه بصرياً أو سمعياً أو بحسب ما انعطب من مركز مشارك.

الحُبْسَه: للبصر منطقة مشاركةٌ ثالثة (رقم 39) تسمى نتوء الزواية في فلقة الهامة. هذه المنطقة تساعدك على تسمية ما ترى. اذا اصيبت فإن المصاب لا ينطق بما يرى اذا سئل، واذا رأى كتابة فكأنه يشاهد رموزا هيروغليفية. انحبس أو عُقل عن النطق من غير شلل في عضلاته. تسمى العلة (حُبْسَةٌ بصرية Alexia) الحبسة عجز عن الفهم أو التعبير اللغوي، فيفقد المصاب قدرة الاتصال بالبشر. وهناك أنواع من الحبسة الحركية غير الحبسة التعبيرية.

في الحبسة الحركية (Apraxia) لا يستطيع المصاب تنفيذ المهمات، كأن تطلب منه ان يفتح القفل فيستعمل قلما. أو يعجز عن كتابة كلمة (Agraphia) وإن عرف معناها وحروفها.

المنطقة (44) و(45) تسمى (رقعة بروكا) في الصورة 47 وهي لصياغة النطق والتصويت، وتقع خلاياها في النتوء الادنى لفلقة الجبين عند منتهاه في فلقة الصدغ. تلف اجزاء منها يقود الى خلل في صياغة الكلام، ويسمع المصاب صوتا مرعبا أو يرى وميضا.

لا تضم في هذه المنطقة مراكز حركية عضلية ضرورية للنطق، اذ تقع محركات العضلات خارج منطقة بروكا. المصاب يرى كتابا ويعرفه لكنه لا يسميه

جهرا. اذا سألته عنه يشير إليه فيكون مصابا بحُبْسةٍ حركية تعبيرية، تسمى (رَتْم).

المنطقة المشاركة في فهم الكلام المنطوق أو المسموع تسمى **منطقة أو رقعة وِرِنِكي**. تنشأ هذه المنطقة كمثلث نتيجة امتداد فلقة الصدغ عند الكبسولة الداخلية نزولا باتجاه المهاد، فتنحشر بين نويات الوسادة والساجد الجانبي. رقمها 22 في الصورة 47 وتلفها يسبب حُبْسَة سمعية، فلا يفهم ما يقال له. راجع ايضا الصورة 71. هذه الرقعة متطورة في الشق الشمالي، ولأنها توحد المعلومات الحسية والبصرية والسمعية فإنها خزانة للتفكر وللتفسير.

وتزداد الامور تعقيدا اذا شئت ان تكتب الكلمة التي سمعتها. تسمع الصوت أولا فيذهب الصوت الى مركز مشارك لكل الاصوات فيسترجع خزانته من المعلومات لتقرير معنى الصوت، واي حرف من حروف الابجدية يلائمه (هو عصى ام عسى، أو تاب ام طاب). ثم ان الكلمة مجموعة حروف مرتبة بتسلسل معروف، وعلى مراكز ثانية تقرير الترتيب الملائم. بعد ذلك على مراكز الحركة الطوعية ان تحرك الانامل لتكتب، ومراكز تقرر المسافة بين حرف وحرف، وتقرر وجهة التسلسل أو الكتابة! وكم تتعقد الامور حين ننتقل من كلمة الى جملة!

يسهل على العالم تحديد منطقة تتسلم الحس مباشرة من الحواس. تلف المركز المباشر للبصر يسبب العمى مثلا، أو اختلال الرؤية، لكن كيف سيعرف العالم منطقة عملها قياس المسافة بين حرف وحرف وكيف تقرر الوجهة. ظهور امراض غريبة ونادرة ساعد كثيرا على اكتشاف بعض المناطق المشاركة.

ولربما يذكر القارىء ان الشق الشمال من الدماغ يهيمن أو يحتكر وظيفة الكلام بينما الشق اليمني صامت (راجع باب 10). اذا حصل التقرح المذكور في الشق الشمال لطفل فإنه يصاب بالحبسة، لكنه يستعيد القدرة على صياغة الكلام بعد عام اذ يكون الشق اليمين قد تسلم تدرجا مهمة الكلام من شقيقه الشمالي. اما العطب في الكبير فلا رجعة فيه بعد ان امعن كل شق في تحيزه. ولربما يذكر القارىء ان شقي الدماغ يضبطان حركات لاطراف في الجسم على خلاف. الشق اليمين يُحرِك اليد الشمال مثلا. لذلك اذ ضرب الشلل النصفي جهة اليمين من الجسم يكون ذلك من تقرح الشق الشمال، فيفقد المصاب ايضا قدرة التكلم. ولا يحدث ذلك اذا انعكس التقرح.

تعليق على الامراض:

اذ كان الخلل الخفي في المناطق المشاركة من فلقة الهامة يسبب مثلا التشتت الفضائي والحبسة فإن ما يسمى عامة بالهوس البصري (فلقة القذل) يجعل المرء يرى ومضات لماعة بقوة شديدة، ويرى صورا ملونة ومفزعة. وكذلك الهوس السمعي. كلها وغيرها اضطرابات في المراكز المشاركة. يصاب المرء أحيانا بحبستين معا (بصري ـ سمعي) عند تقرح منطقتي 39 و22، وتسمى حبسة وِرْنكي.

ليس الصرع مرضا عضويا بمقدار ما هو خلل طارىء في الاعمال الطبيعية للدماغ، خلال التشنج تظهر ذبذبات كهربائية حادة فيقع المصاب ويخسر وعيه. مدة الخلل تختلف، ولربما دام الخلل برهة من غير ان يشعر به صاحبه.

وظائف مراكز البصر والسمع.

تبدو قشرة البصر كحزام مثلم تراه العين المجردة ولا نرى ذلك في قشرة الحس الدقيقة مثلا. قشرة البصر تساعدك على تمييز مواقع الاشياء وهيئتها كالشكل والحجم وتقدير مسافاتها وحركاتها فتتعرف الى الاشياء من نماذجها واشكالها. مراكز البصر لا تهتم كثيرا بقوة الاضاءة أو تمييز الاشياء بحسب لمعانها، ذلك ان اللمعان صفة تخدع التقويم للاشياء المرئية بالاضافة الى تقلب هذه الصفة.

دمار هذه المراكز يقود الى العمى وان ظل الانسان يميز الظلام من الضياء لأن هذا عمل مراكز اخرى.

قشرة السمع تعمل ايضا على تمييز النماذج الصوتية، واعطابها لا يفقد الانسان قدرته على سماع الاصوات كضجيج أو هدير.

المراكز المباشرة للسمع لا تعمل على اساس تمييز اختلاف الذبذبات بل تتعلم تمييز النموذج الصوتي كالفرق مثلا بين سلسلة أو نغم «عال منخفض عال» وسلسلة اخرى بصوت «منخفض عال منخفض». مراكز النظر والسمع لا تستجيب مباشرة الى صفات مثل: خشونة أو لمعان الشيء وعلو الصوت بل تهتم بتمييز

النموذج الذي هو اساس التعرف الى الاشياء «المناطق الاخرى» التي لا مجال لدرسها هنا تقرر سماعك لذبذبة الصوت، واذا كان اعلى أو ادنى من حد معين فإنها لا تسمعه، وكذلك قوة الضوء.

حاسة السمع:

يفوق الجهاز العصبي للسمع كل الحواس بكثافة المحطات التي تستطيع نقل معلوماتها الى الشق الواحد. وتلف مراكز السمع في شق واحد يؤدي الى طرش في اذن واحدة وفي الجهة المخالفة.

المنطقة المشاركة 22 هي التي تتسلم نهائيا المعلومات من المناطق الرئيسية 41 و42، وهي التي تتصل بفلقتي الهامة والجزيرة المجاورتين حيث يتم التقرير النهائي للمنبهات السمعية. ان تقرحات في مؤخرة منطقة 22 تسبب خللا في فهم معنى الكلمات المسموعة من غير ان تحدث طرشا، وكأن المصاب يسمع لغة غريبة. المنطقة (41) تقع في عمق النتوء على الاخدود الجانبي (صورة 48) وهي أول ما يتسلم النبضات السمعية. إثارة هذه المنطقة تبعث اصواتا كالأزيز أو الصفير أو رنات الناقوس. الصوت إما عالٍ، وإما منخفض، متتابع أو متقطع من غير ان تتغير رنته أو رخامته.

البصر واللمس يحددان الهيكل العام للمدركات:

تحس الشيء أو تراه فتعرفه. نموذج الشيء ونسجه وهيكله هي خواص ثابتة يهتدي بها الانسان الى الاشياء وبها يستطيع التوجه. وليست تفاصيل النموذج ضرورية كضرورة النسج والهيكل العام. المراكز الحسية الضابطة للتفاصيل أو للهيكل العام موزعة بين مراكز الحس العليا في المخ وفي مناطق دونه كالمهاد واعضاء الحواس نفسها.

ثم هناك ميزات للحواس الخاصة كالبصر غير موجودة في مراكز الحس العام والضد صحيح.

اللمس في الظلام يدلك على خشونة الشيء أو نعومته، صلابته أو رخاوته، حجمه، مستقيم أو ملتو فتعرف عنه ما يفيدك اذا اردت التوجه أو ان تدوسه

أو تتسلقه، لأنك ستعرف سطحه من استواء وتعرج وانحدارات فجائية. امور يدركها الطفل فطرة، ولا يحتاج الانسان عندئذ الى «رؤية الشيء أو تفاصيله».

حتى في النهار لا تجدي معرفة التفاصيل لأنها لا تُعرف الاّ عن قرب. الانسان يرى العمق، لكن على قرب ترى الصلب فتتجنبه من غير دخول في تفاصيله، يكفيك هيكله العام (الحجم مثلا) لتدور حوله، واذا لم تر صلبا تفترض ان امامك ماء أو هواء، فتسير غير مهتم دائما بتحديد نوعه. رؤية الماء سهلٌ لأنه يتلون بما فيه من مواد مذابة فيه... ولأنه يقلب الضوء، لكنك لا ترى الزجاج النظيف فتخترقه احيانا، وهذا يتطلب تركيزا على تفاصيل ما تراه. اللمعان لا يجدي لمعرفة الاشياء فلا تهتم قشرة البصر في المخ بالبريق بقدر اهتمامها بتمييز نموذج عام من آخر، ولا تهتم قشرة البصر بخشونة الشيء أو علوه. هذه امور ينشغل بها المهاد. قشرة السمع في المخ لا تهتم بقوة الصوت اذ يهمها الفرق في أنواع الصوت (هيكل عام). الكلب يسمع جلجلة التحضير للطعام ولو ازيلت قشرة مخه. يخف سمعه قليلا لكن مراكز حاسة السمع في الاذن هي التي تميز بين قوة صوت وصوت.

قشرة الحس العام: القشرة أو المنطقة الحسية الاولى (راجع 3، 1، 2، في صورة رقم 47)

النتوء الواقع وراء الاخدود المركزي في فلقة الهامة يحتوي الحس العام للجسم من سطح الجلد وما اعمق، واللمس والكبس أو الضغط ووخز الابرة واتجاه العضلات. هذه المراكز تساعدك على معرفة الاشياء بالتلمس مثلا، واذا اثرنا هذه المراكز فلن تشعر باحساس محدد كالنظر والسمع بل ينتابك شعور عام كالتخدير (تنميل). دراسات على المرضى تدل على ان النتوء لا يستجيب لأحاسيس كالالم أو الحرارة فهذه من وظائف المهاد فتعرف بالالم عند وصول نبضاته الى المهاد. النتوء لا يسبب الحركات انما يشعرك بالحركة، فإثارة لا تحرك يدك مثلا بل تجعلك تشعر بتغير مكانها. عمل هذا النتوء ينحصر في تحديد موضع طرف ما ، وتتميز حدة الحس تدريجيا، وبهذه المراكز تميز الفرق بين ملمس شيء وآخر عندما تلمسه بيدك مثلا. تقرحات النتوء لا تفقدك الحس بالشيء انما لا تستطيع تحديد مكانه ولانوعه ولا امتداده فلا تعرف الناعم من الخشن ولا وزن

الشيء الذي تحمله (خفيف، ثقيل) فتفقد بذلك «المعرفة» للاشياء ولا سيما اذا دقت أوصافها وتكاثرت..

يتكون النتوء من ثلاث مناطق. (رقم 3، 1، 2) موزعة عمقا على انحدار النتوء باتجاه الاذن تقريبا ولا يمتد اكثر من سنتمتر واحد الى وراء الاخدود، كل منطقة تهتم بنوع من الحس أو بمنطقة من الجسم. اكثر الطبقات العميقة للأطراف ترسل اشارات الحس الى المنطقة (2)، وسطح الجلد يتصل بالمنطقة (3) اما منطقة (1) فهي خليط.

ليس المهم ان نعرف مواقع المراكز العصبية في القشرة فحسب، اذ هناك ظاهرتان عظيمتان: أولاهما **وجاهة التمثيل**، وثانيهما **مبدأ الترتيب المقلوب** للمراكز في المخ.

وجاهة التمثيل:

لا تتساوى اجزاء الأطراف في حجم المنطقة المخصصة لها في القشرة. خير مثل على ذلك مقابلة الوجه والأنامل بالساق وبالجذع.

التخطيط الكهربائي يثبت مثلا أن القشرة الحسية ـ الحركية يغلب عليها مراكز الحس في الوجه والأصابع وقليلٌ من حركات الجذع مثلا. اما القط فيتصف بتقدم في مراكز الجذع والأطراف.

احساسك بالحركة وموقع الأطراف هي انماط الحس الممثلة في المنطقة (3)، وتتصف مراكز الحس من الاصابع ولا سيما الابهام بتمثيل واسع في قشرة الانسان، الذي يفوق المخلوقات كلها بمهاراته اليدوية. كلما اشتدت حساسية منطقة من الاطراف كثرت أوتارها واتسعت منطقتها القشرية (أنظر الصورة 48 لوجاهة الانامل والوجه).

مبدأ الترتيب المقلوب:

في المخ مراكز لكل حس أو حركة في كل جزء من الجسم مهما يكن ذلك الجزء صغيرا. لذلك نسأل عما يكون عليه ترتيب تلك المراكز في المخ. اين تقع

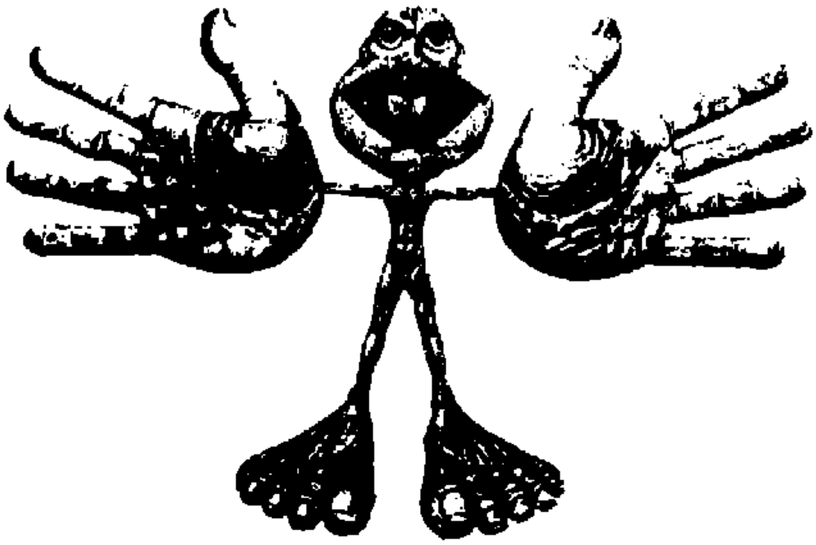
الخلايا التي تصدر الأمر لتحرك مثلا، الساق، بالنسبة الى موقع الخلايا التي تحرك اليد، أو التي تضبط الحس لطرف ما تقع مراكز الحس للوجه خلف، أو في أسفل النتوء (منطقة 3) بينما تعلوها أو تتقدمها في مراكز الحس لأصابع القدم. الصور المرفقة تعطي بعض التفاصيل لهذا التمثيل المقلوب.

ان أكثر المراكز في المخ مرتبة ترتيبا مقلوبا. مركز الطرف الادنى (ساق) يكون فوق مركز الطرف الاعلى (ذراع). هذا هو مبدأ الترتيب المقلوب لمراكز المخ. لكل قاعدة شواذ كما سنرى لاحقا.

القشرة أو المنطقة الحسية الثانية:

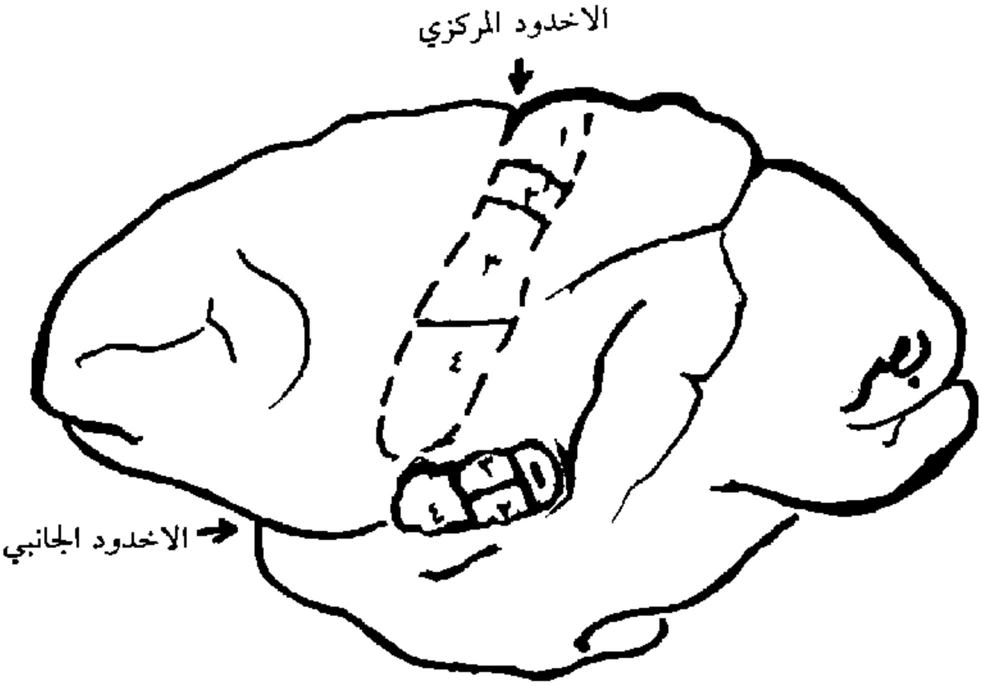
القشرة الحسية الثانية أو الثانوية، تقع على حرف الاخدود الجانبي باتجاه فلقة الهامة. للمنطقة شأن في حس الألم، بالإضافة الى مشاركتها المنطقة الأولى بالشعور العام ويكون ترتيب المراكز نقيض ذلك في المنطقة الحسية الأولى وبذلك تتجاور وتتواجه مراكز الوجه في المنطقتين (انظر الصورة 49). والترتيب مختلف بين الحيوانات.

الصورة رقم 48 رسم تمثيلي لوجاهة الانامل والوجه



تضخيم الانامل والوجه يرمز الى اتساع التمثيل لمراكز الحس في المخ بالنسبة للوجه والشفة والانامل (ولا سيما الباهم). بالحس يقدِّر الانسان وزن الاشياء، وحجمها وملمسها من خشونة ونعومة، وقساوتها وطراوتها. بهذا التقدم المركزي الحسي والحركي انفرد الانسان بمهارته اليدوية، وهي من عناوين الانسانية.

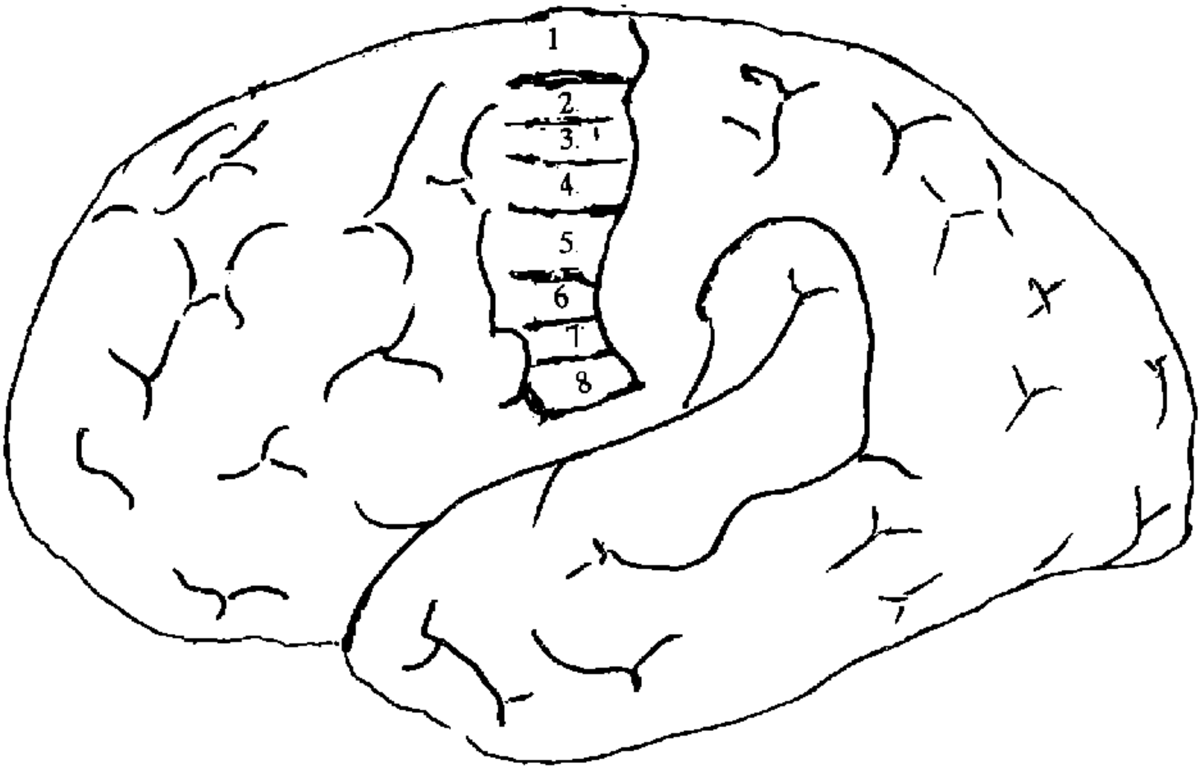
الصورة رقم 49 رسم مُبَسَّط للترتيب المقلوب في المنطقتين الحسيتين المنطقة الاولى (منقطة) على محور الاخدود المركزي. والثانية على محور الاخدود الجانبي.



1 ـ ساق
2 ـ جذع
3 ـ ذراع
4 ـ وجه

ما ينطبق على القشرة الحسية غالبا ما ينطبق على القشرة الحركية كما هو مبين في الصفحات التالية.

الصورة رقم 50 تمثيل مبسط للمراكز الحركية



فوق الى تحت

1 ـ كتف

2 ـ مرفق

3 ـ معصم

4 ـ اصابع

5 ـ باهم

6 ـ جفون

7 ـ شفاه

8 ـ فك

تمثيل اجزاء الجسم في المنطقة الحركية على السطح الجانبي للشق.

تفاصيل الترتيب المقلوب: (راجع الصورة التالية) الطرف الأعلى ممثل في مركز

ادنى موقعا من مركز الطرف الادنى. الاثارة الكهربائية لقشرة الحركة في الثلث الادنى للنتوء تحرِّك عضلات في الوجه كالشفة مثلا، واثارة مناطق في اعلى الوسط تقريبا تحرك الرجل. لكن الترتيب لاقسام الوجه غير مقلوب بالنسبة الى بعضها «فالعين تظل ادنى من الحاجب» موقعا في المخ وفي الوجه!.

مبدأ الترتيب المقلوب هو غير (مبدأ الضبط على خلاف).

لعل القارىء يذكر ان الطرف الشمالي من الجسم يمثل في الشق اليمين من القشرة الا اللسان والوجه فانهما ممثلان في الشقين، باستثناء الفم.

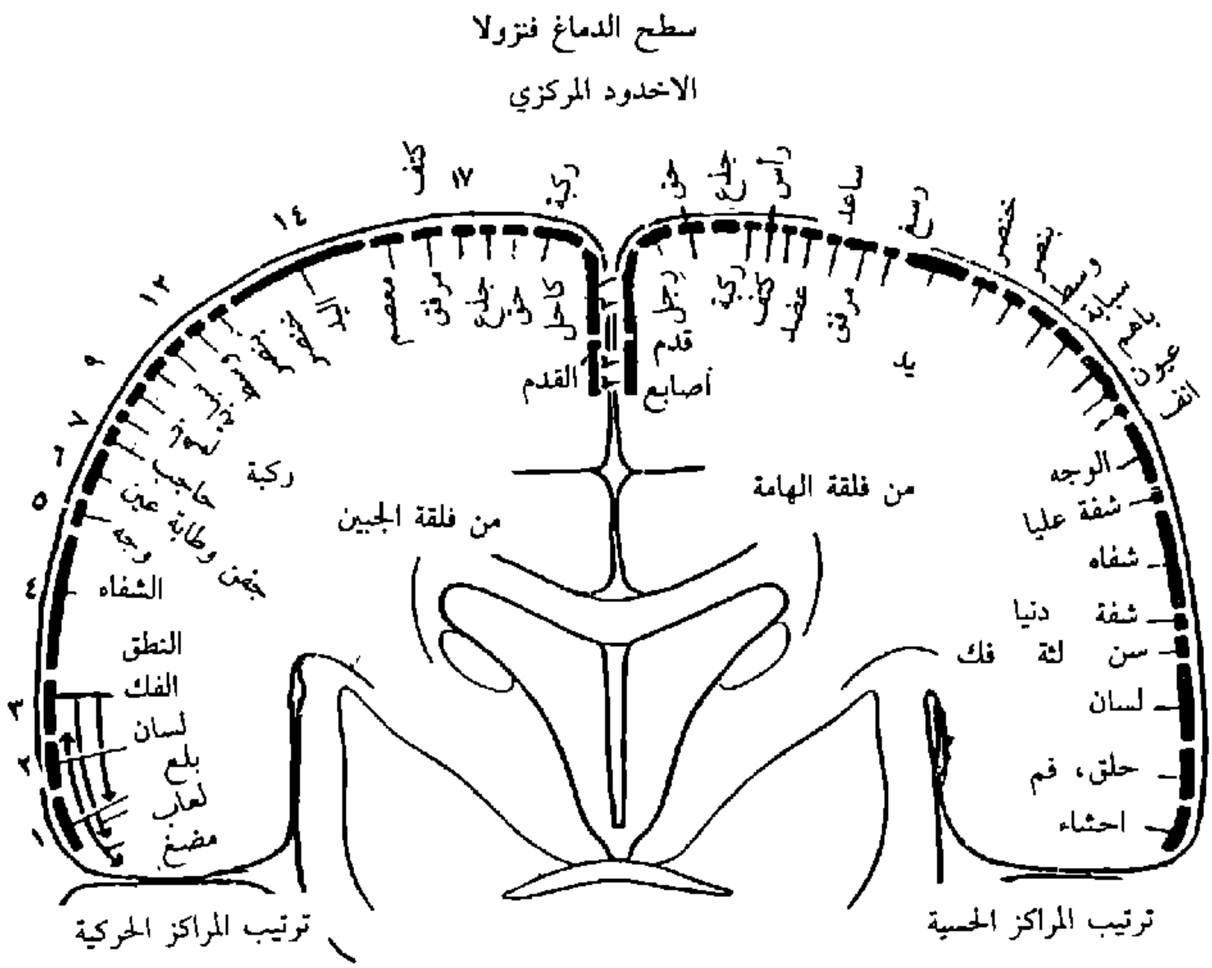
التوازي بين مراكز الحس والحركة. الصورة 51

بديهي ان بعض الاعضاء تحس ولا تتحرك فلا يعقل ان يكون لها مركز في القشرة الحركية، لكن لا بد من مركز لها في القشرة الحسية. والانف خير مثل على ذلك! يقع مركزه الحسي بين الوجه والابهام. ومركز الكاحل (20) الذي يشغل حيزا كبيرا في القشرة الحركية يصبح مركز الحس للقدم، اما مركز الحركة للركبة (19) فانه يصبح مركز الحس للساق، ومراكز الحركة للسان والبلع تصبح مراكز الحس للاحشاء وباطن الفم!.

القشرة الحركية في فلقة الجبين

كل حركة طوعية تصدر من فلقة الجبين حيث، تهتم الخلايا بأدق الحركات وبأصغر العضلات حتى مفصل اصبعك الصغير. وهنالك مناطق تختص بحركات خاصة للحواس كتحريك عضلات العين، وتحريك العضلات للنطق. جمعت اكثر المعلومات خلال عمليات جراحية ومراقبات في العيادات. اسماء بعض المناطق وارقامها هي كما يلي:

الصورة رقم 51 ترتيب المراكز الحسية والحركية
القشرة مقطوعة على خط الطول للرأس



الصورة التمثيلية تعطي فكرة عن توزع المراكز بحسب الاثارة الكهربائية لقشرة الانسان

1 ـ الترتيب العكسي لمراكز الحس والحركة. مراكز الاطراف الدنيا كالقدم مثلا اعلى موقعا من مراكز الاطراف العليا كاليد، أو القدم على السطح واليد على السفح.

2 ـ ترتيب مراكز الحس العام يوازي تقريبا ترتيب المراكز الحركية. مركز الحس لجزء من الخنصر مثلا يوازي المركز الذي يأمر هذا الجزء بالحركة.

3 ـ لا تتساوى المراكز في اتساعها، ولقد اشرنا الى ذلك بقياسات رمزية لطول الخطوط. لاحظ مثلا الاتساع العظيم لمراكز الباهم والشفه وهما العضوان الصغيران بالنسبة الى الجذع

كل ما يتعلق باليد يستأثر بجزء كبير من هذه القشرة! (مهارة يدوية)

تنبيه: الارقام الموضوعة صعودا من الادنى أو المتخلف هي للشرح لا لخريطة المراكز.

الصورة رقم 52 المخلوق الحركي المسخ

قطعنا اطراف الجسم واعدنا ترتيبها بحسب ترتيب مراكزها الحركية في القشرة فجاء هذا المسخ الحركي. الترتيب نفسه تقريبا للمسخ الحسي.



الارقام مبينة في الصورة 51، لتدل على الترتيب، ولا علاقة لها بالارقام المذكورة في خريطة الدماغ.

لاحظ التمثيل الواسع للباهم والسبابة (المؤشر) وللشفة واللسان والوجه كوحدة. مناطق الوجه تمثل النصف الادنى من النتوء للحس أو للحركة.

1 ـ القشرة الحركية الاولى (رقم 4) وتسمى «المنطقة الحركية» وهي في الجدار الامامي للاخدود المركزي. وهنالك «ملحق» لهذه المنطقة.

2 ـ المنطقة رقم (6) وتسمى (ما قبل المنطقة الحركية) لأنها تقع مباشرة امام المنطقة الحركية رقم (4).

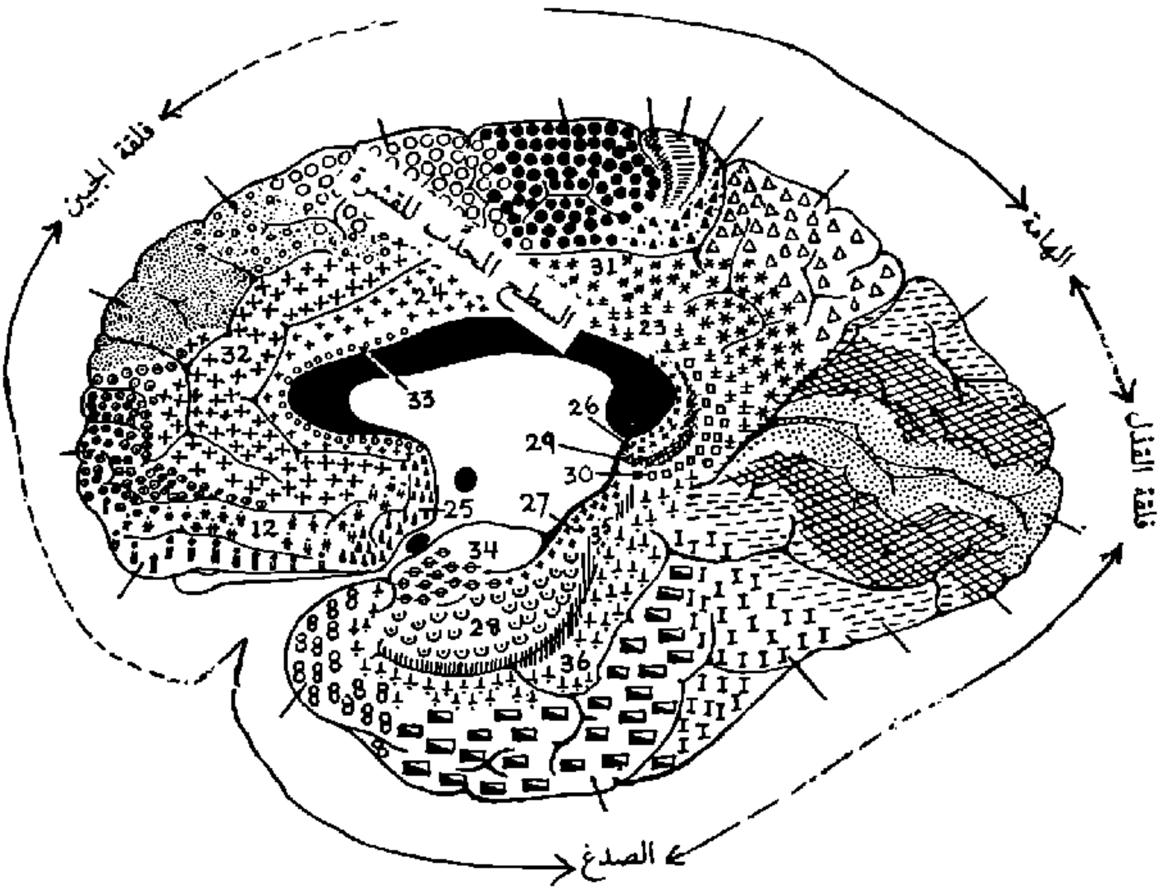
3 ـ منطقة رقم (8) لحركات العضلات الطوعية في العين.

المنطقة الحركية الاولى: (رقم 4). تقع خلاياها في نتوء امام الاخدود المركزي فتكون القشرة الحركية مجاورة لنتوء القشرة الحسية. قشرتها غليظة (3,5 ـ 4,5 ملم) وخلاياها هرمية ضخمة. هذه المنطقة هي مصدر الحركات الطوعية الدقيقة الماهرة للاصابع وغيرها الضرورية للانجازات الحركية في كل المهن (راجع الصورة 53).

استئصال هذه المنطقة من قشرة القرود لا يمنع تنقلها ويمنع الحركات المستقلة كتحريك الجذع والرقبة واليد والاصابع. لكن هذه الحركات تعود بسبب قيام مراكز اخرى بالوظائف الا وظيفة تحريك الاصابع فانها لا تعود ابدا!.

إثارة هذه المنطقة كهربائيا في الوسط تجعلك تحرك يدك أو اصابعك (انظر الصورة 53). وباثارتها عند السطح تحرك القدم، لكن هذه المراكز لا تسبب السير. ولعل القارىء يذكر ان المنطقة في الشق اليمين من المخ تضبط حركات الطرف الشمالي من الجسم، ومنطقة الشمال تضبط الطرف اليمين.

الصورة رقم 53 خريطة المراكز الحركية في القشرة



القشرة مقطوعة على السطح الجانبي الوسطي

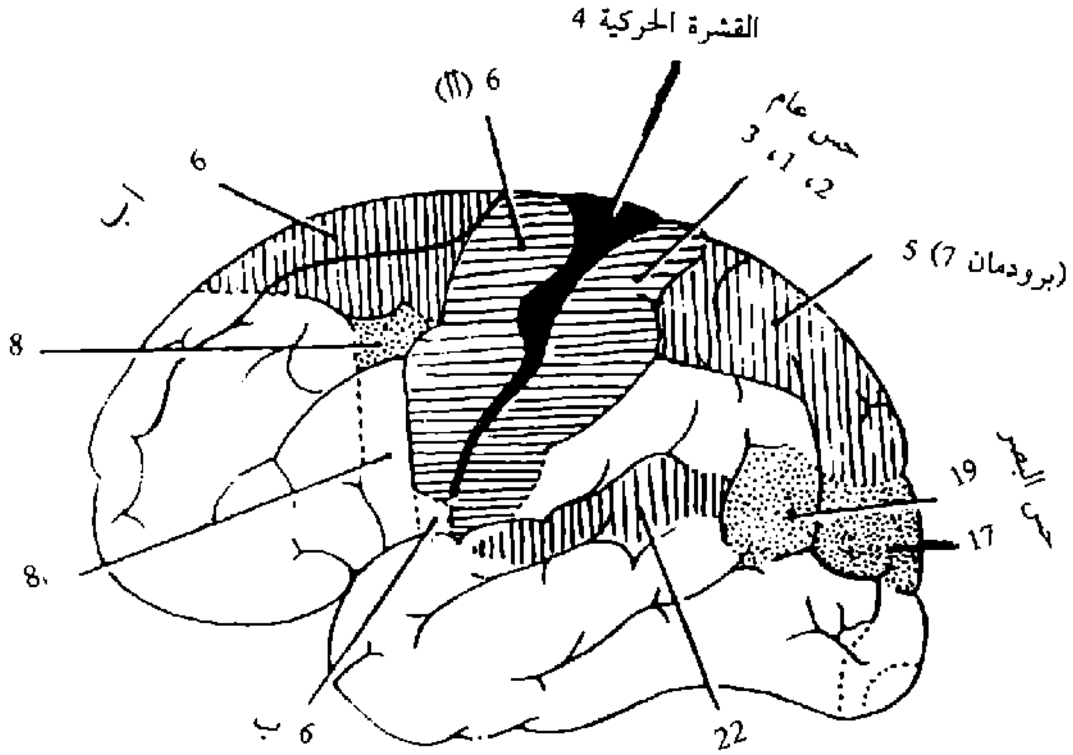
مراكز القشرة الحركية الاولى (رقم 4)

تكون القشرة الحركية عريضة منتشرة في «نتوء ما قبل المركزي» عند سطح المخ. وتضيق خلال انحدارها فلا تشغل الا جدار الاخدود المركزي على مستوى النتوء الادنى للجبين. اما في عمق الوسط فانها تتجمع عند ما يسمى الفليقة الوسطية للجبين.

منطقة رقم 28 هي القسم الاكبر من نتوء قرن آمون في جهاز الإِرب البشري.

الصورة رقم 54 فروع المنطقة الحركية رقم 6

مراكز حساسة للاثارة الكهربائية



المناطق المنقطة أو المحززة هي لحركات العين وغيرها من حواس خاصة. أوتارها تسمى (خارج الهرمية).

مناطق 8 ومناطق تحت 17 هي لتحريك عضلات العين. اما بقية المناطق فهي مشروحة في المتن.

المنطقة الحركية الاولى (4) سوداء. وأوتارها هي الممرات الهرمية.

مناطق حركية ثانية

منطقة «ما قبل القشرة الحركية» (رقم 6) اقسامها كثيرة كل قسم له وظائف معلومة. الصورة 54.

تقع امام المنطقة (4) مباشرة وتنحدر لتشمل مؤخرة النتوء الاعلى للجبين وتضيق كما تضيق المنطقة (4). هذه المنطقة عريضة في اعلاها فتمتد حتى اخدود الزنار (راجع الصورة 58).

القسم الاول يوازي المنطقة (4) وترقم (6أأ) ووظائفها مثل وظائف المنطقة (4) وان كانت لا تستجيب الا لتيار كهربائي قوي. استئصالها لا يؤذي الحركات في الانسان باستثناء «حركة القبض» اما ازالة المنطقة (4) فانها تترك خللا دائما ولا سيما في الاصابع.

القسم الثاني عند السطح (رقم 6 أب) والنتوء الاعلى للجبين في المؤخرة والجوانب. اثارتها تسبب انحراف العين والرأس والجذع الى الجهة المعاكسة.

القسم الثالث يقع في اسفل (6أأ) ويسمى (6ب)، واثارة هذه الخلايا تعطي حركات منسقة ومعقدة تتعلق بعضلات الوجه والمضغ والحنجرة والبلعوم (الحلق، الحلقوم، المُزرَّد).

ملحق المنطقة الحركية: تحتل السطح الوسطي للنتوء الاعلى للجبين امام المنطقة (4). لها وظائف ثلاث تتعلق بانتصاب القامة والتنقل. استئصالها من جهة واحدة لمخ الانسان لا يمنع الانتصاب واستئصالها من الجهتين لا يسبب شللا لكن الانتصاب يختل والعضلات تفقد قوتها.

اثارة هذه المنطقة تعطي ثلاثة نماذج من الحركة:

أولها: محاولة الانسان ان ينتصب ويشد عضلاته لتستقيم القامة.

ثانيا: تظهر سلسلة من حركات معقدة متتالية تبدو كنموذج مركب.

ثالثا: حركات سريعة غير منسقة ظاهرا لكن هذه الانواع كلها تتعلق بما يلازم السير والتوجه.

ومن الحركات ايضا ما تشبه تلك عند اثارة نتوء الزنار ولو انها تختلف جوهرا. هذه الحركات هي ما نشاهده في انفعالات عاطفية كاتساع بؤبؤ العين والتصويت وانقباض الاحشاء. **(راجع الجهاز العصبي المستقل)**.

تعليق على الحركة والامراض:

تبرز الاوتار الحركية من مناطق القشرة فتعمل على نقل الاوامر الحركية وتعديل شدة عضلات وحركات الرد العكسي، وتعديل النبضات الحسية وتعديل حالة الوعي والمعرفة بالتغير في الحركة والحس. الاوتار الحركية تنحدر من اعماق القشرة الى النخاع الشوكي وجذع الدماغ والعقد الاساسية في المخ كالجسم المثلم، فتنقسم الاوتار الى ممرات واضحة ومستقلة. ومن هذه الاوتار ما تبقى في المخ لتتصل باجزاء مختلفة من الشق أو لتعبر فقط الى الشق الثاني فيتم بذلك وعي كامل ورصد دقيق لكل نقطة في الجسم من اخمص القدمين الى قمة الرأس. ولقد أوجزت في الصفحة التالية صفة الممرات الهرمية. المراجع تفصل الممرات، ولا شأن لنا بها.

بعض الفيروسات تركز هجومها على الخلايا الحركية واعصابها في القشرة فتحدث خللا نهايته الموت (مرض الكَلَب) أو الشلل (شلل الاطفال). وبعض الاضطرابات تصيب الممرات الحركية، كما نرى في عاهات تنشأ من انحلال الكساء الدهني للاعصاب. ومنها ما يتصف بتصلب الكساء الدهني في مواقع مختلفة فيحدث خلل موضعي. وهناك جراثيم هدفها اغشية الدماغ (السحايا) تكون ضربتها مميتة.

فيروسات شلل الاطفال تدخل من الفم، فتتكاثر في الامعاء، مسببة التقيؤ، ثم تغزو الدم، وتلوث الدماغ مسببة الصداع. واذا لم يقو عليها جهاز الدفاع ضربت النخاع الشوكي والدماغ في ممراته الهرمية مثلا.

الممرات الهرمية: هي شبكة الاتصال بين مراكز الامر بالحركة في القشرة (رقم 4) ومراكز دونها نزولا حتى النخاع الشوكي. لا نرى هذه الخلايا ذوات الشكل الهرمي في الزحافات ولا في الطيور. ونجدها بدائية في بعض اللبونات انما تزداد تطورا نوعا وعددا في الرئيسيات حتى الانسان. هذه الاعصاب مرتبة بحسب

المراكز الحركية في القشرة التي تتميز بترتيب معكوس للاطراف. للفأر الذكي 3200 ممر هرمي اما للانسان فهنالك مليون ممر! قدّر احد العلماء ان الممرات الحركية في كائنات كالفيل والكلب والقرد والانسان تشغل بالترتيب 5، 7، 20، 30٪ من الممرات الواردة الى قسم الرقبة من النخاع الشوكي!.

الخلايا أو المحطات والحلقات القائمة على خطوط الممرات الهرمية تكون طبقية في ترتيبها، وليست مشاركة. وهذا يعني ان اي تلف لمركز ما في التسلسل الطبقي سيؤذي الممر كله.

لا نعرف الناقلات العصبية الفاعلة في حلقات الوصل الهرمية، لكن منتهاها في الصفيحة الحركية للعضلات الهيكلية يفرز الناقل (أَسِتِلْ كولين).

القشرة لا تضبط كل الحركات مباشرة ولا سيما اللاطوعية منها. لهذه الحركات كالتنفس وخفقان القلب مراكز في النخاع المستطيل والقنطرة. المخيخ ايضا يضبط بعض الحركات وينسق ما بينها فيتم التوازن الحركي. المخيخ ايضا يحفظ للعضلات قوتها أو شدتها الضرورية للقيام باعبائها. المخيخ متصل بكتلة الدماغ من خلال اتصاله بالقنطرة في الجذع.

وحركات الجسم لا تحتكرها الممرات الهرمية. توجد ممرات مهمة تسمى (خارج الهرمية) وتضم اكثر الاوتار الناقلة لانواع من الحركات لا تهتم بها المنطقة الحركية الاولى. ومن المراكز المهتمة بالحركة من خارج القشرة نذكر العقد الاساسية في المخ، والكتلة السوداء في الدماغ الوسط. كلها ترسل ممرات الى النخاع الشوكي.

اذا قطعت الممرات الهرمية في القرد مثلا ثم اثرت مراكز القشرة الحركية لتمكن الحيوان من تحريك منسق لعضلات الاطراف كالذراع والساق لكنه يفقد القدرة على تحريك الاصابع. واذا دمرت مراكز الحركة في القشرة وقطعت الممرات الهرمية لما استطاع تحريك اطرافه واصابعه. لكن هذا الحيوان يستطيع المضغ والبلع والتنقل اذا اثرت مراكز القشرة الواقعة خارج القشرة الحركية في مناطق مجاورة لها. اي ان هذه الانماط من الحركات الموجودة في كل الحيوانات لا تتم بامر مراكز القشرة الحركية ولا تنقل بالممرات الهرمية.

مراكز الانماط الحركية الذاتية؛(بلع، مضغ..) تظهر في الجنين بدليل استجابتها لمؤثرات كهربائية حين يكون عمر الجنين 66 ـ 125 يوما (من بدء الحمل) ولا تظهر الحركات المدبرة الا بعد مرور 135 ـ 162 يوما على الحمل حين تنمو بعض الممرات الهرمية ومراكزها. استعمال المنافذ الدقيقة في القشرة جعل العلماء يحددون بدقة مراكز تختص بتحريك عضلة واحدة أو جزء منها في اصبع واحد! اي ان هذه المراكز لا تنصرف الى «التفكير» بالعضلات بل شغلها هو التفكير «بالحركات» الدقيقة المدبرة. لان في الانسان ممرات هرمية وغير هرمية نابعة من مراكز الحركة ومتصلة بالمراكز الدنيا فان الامر النهائي يظهر في **حركات عضلية**، فإما تحرك فكري (كالمهارة اليدوية) واما تحرك مكتمل (كالسير والبلع). الاولى تعني انك تستطيع تغيير ترتيب الحركات المتسلسلة كيفما تبدأها.

أما في الحركات المكتملة فإنك تستطيع بدء الحركة الاولى لكن التسلسل بعدئذ يخرج عن ارادتك. تستطيع مثلا ان تبدأ تقبض العضلات تمهيدا للبلع، لكن بعد الحركة الاولى ستظهر سلسلة الحركات التالية بالرغم منك.

الباب الخامس عشر

القشرة وجهاز الإِرب

Cortex & Limbic System

جهاز الإِرب

- خلايا منتشرة من قشرة المخ ونزولا الى الدماغ الوسط في جذع الدماغ.
- أكثر خلاياه غير طبقية فتكون من النوع المشارك
- الناقلات العصبية في الإِرب: دوبامين وسيروتونين.
- كان العالم بول بروكا أول من حدد مناطق القشرة المشتركة في اعمال الإِرب (عام 1887).

جهاز الإِرب هو دماغ الاحشاء

هو الدماغ العاطفي: حامي الحمى، وداعي الهوى، ومحرك الاحشاء، وشريك آليات الفكر والذاكرة.

ستذكره كلما نشف حلقك، وتهدج صوتك، وخفق قلبك، وتحركت امعاؤك، وتصبب عرقك، وسالت دموعك وغير دموعك، واذا اطلقت ساقيك للريح هربا، أو رفعت يديك هجوما، واذا اصطكت ركبتاك، وتشنجت عضلاتك، واذا أغمي عليك، أو غمرتك نشوة الحلال.

بعض اجزاء الإِرب:

كل خلاياه السطحية والعميقة تحيط **بالجسم الكانب**، فيكون موقع هذا الجسم خير دليل لتتبع اجزاء الإِرب.

الاجزاء قسمان:

أ ـ قشرة الإِرب، أو فلقة الإِرب: مجموعة من النتوءات في قشرة المخ، سنشرحها مع الصور اللاحقة.

ب ـ نويات خارج القشرة: اهمها

1 ـ تجمع اللوزة: من العقد الاساسية في الكتلة البيضاء من المخ.

2 ـ نويات الحاجز: تقع تحت مقدمة الجسم الكانب، وامام جسر المقدمة (احد الجسور الواصلة بين شقي الدماغ) من جهة الجبين. وتتسلم أوتار التجمع القرني بواسطة المنجل، وتتصل بالتجمع الشبكي وبالمهاد.

3 ـ نويات المهاد: مجموعة المقدمة، ومجموعة المثلث الواقعة على ظهر المهاد قرب الغدة الصنوبرية، وتكون كالغطاء للمهاد.

4 ـ نويات في «تحت المهاد» ولا سيما الجسم اللبون.

5 ـ التجمع الشبكي في جذع الدماغ.

لا بد من تقطيع الدماغ على محاور مختلفة لنستدل الى الاجزاء المذكورة.

نتوءات قشرة الإِرب: (الصورة رقم 55)

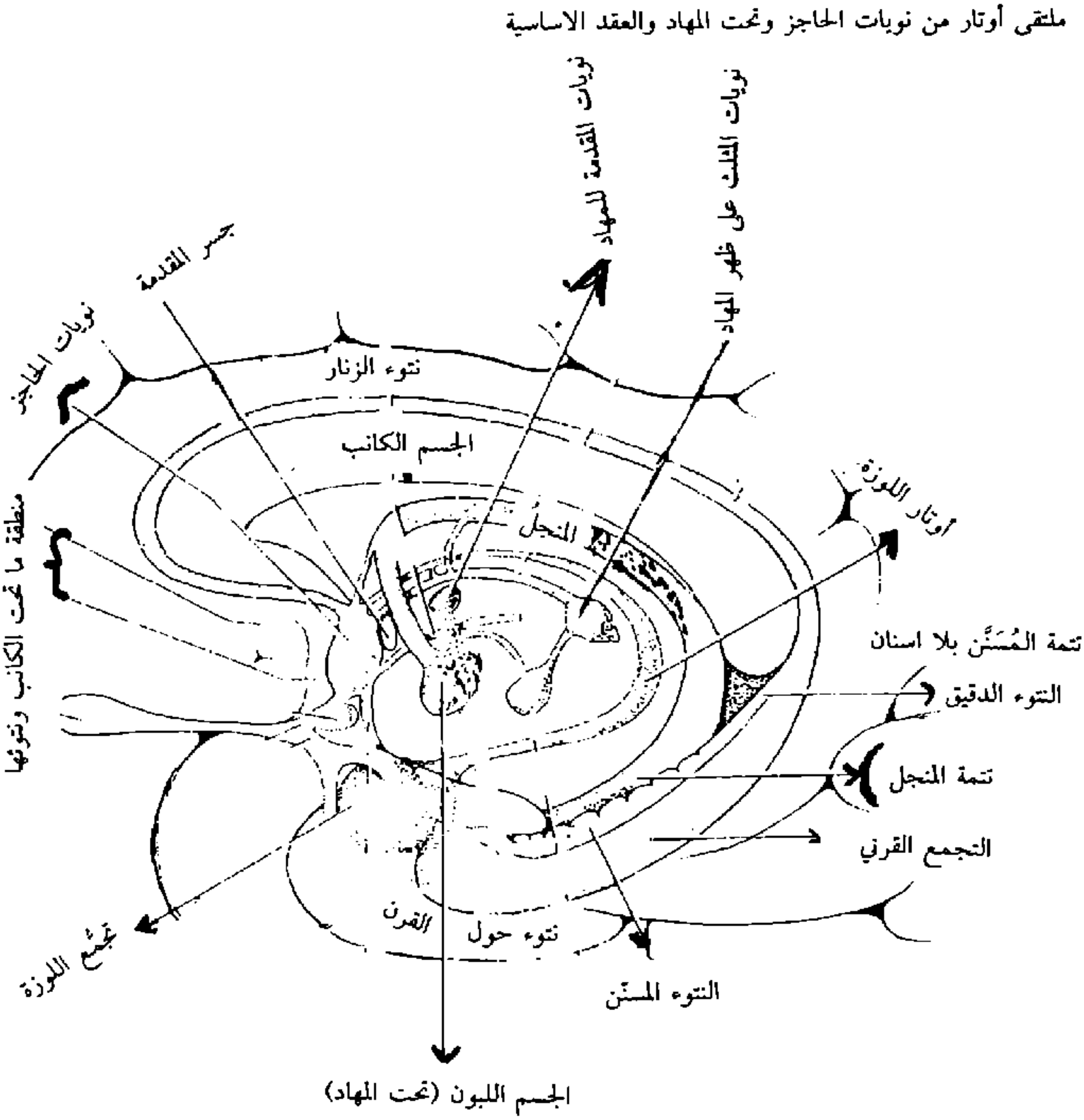
1 ـ **نتوء الزنار**: يكتسب اسمه لأنه يلف ويدور فيكون كالنطاق أو الحزام المزنر. تراه **فوق الجسم الكانب وحوله**.

2 ـ نتوء **«ما حول قرن آمون»**: طيات ضخمة من فلقة الصدغ.

3 ـ نتوءات بدائية مشتقة من النتوئين المذكورين اعلاه، نذكر منها: **النتوء المُسَنَّن**، **والتجمع القرني**، (قرن آمون). كلاهما طيات متعرجة، تمتد لتتغلغل فلقة الصدغ.

4 ـ نتوء «ما تحت الكانب».

الصورة رقم 55 رسم تمثيلي للاجزاء في جهاز الإرب



المواقع النسبية للاجزاء كما ترى في السطح المتوسط للشق اليمين. ولقد اشرت الى الاجزاء السطحية والعميقة المحيطة ابدا بالجسم الكاتب.

تشريح الدماغ من الاسفل يكشف الجسم الكانب وما حوله من اجزاء الارب (الصورة 56).

قرن آمون جزء من طيّة داخلية نتوء ما حول القرن. الاسم مشتق من اسم الاله الفرعوني (آمون) الذي رمزه رأس الثور (راجع التجمع القرني في الصفحات التالية).

الكُلاَّبة هي واحدة من الطيات للقرن وتكون الطرف الامامي المُحدَّب لطيات (نتوء ما حول القرن) في فلقة الصدغ من المخ.

المنجل هو حزمة من الاعصاب البيض الصادرة من القرن الى (تحت الهاد) وللمنجل «حاشية» أو «شَرَّابة» تصل الى عصبة الكانب قادمة من الكُلاّبة وسط صورة (56) و(57).

حدود النتؤات:

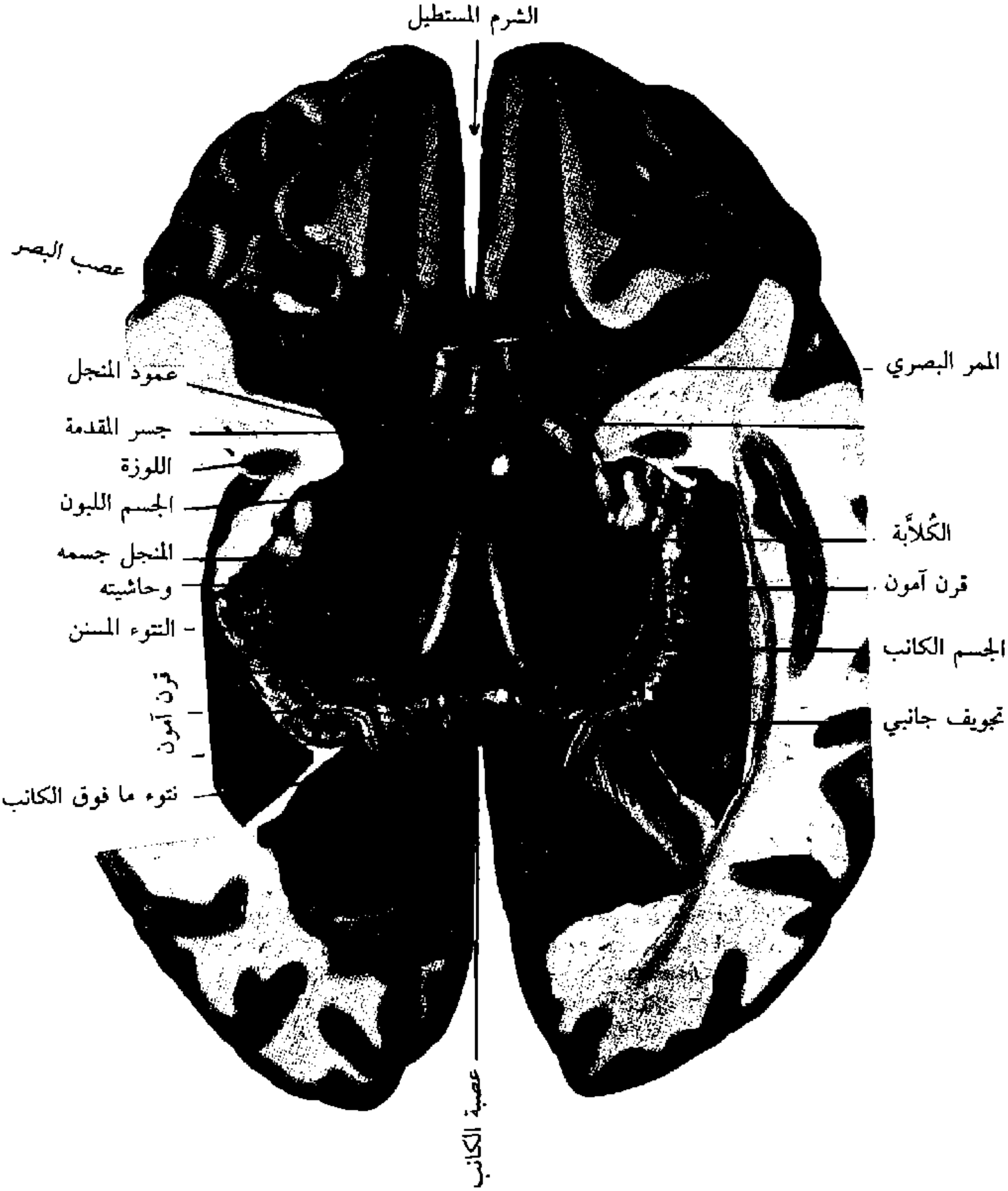
1 ـ نتوء ما حول القرن: طيات ضخمة ملتوية، لها اخاديد ونتؤات باسماء مختلفة، ولا تظهر بوضوح الا بعد قطع شبه مركزي. (صور 58، 59)

يَحُدُّ نتؤ ما حول القرن جانبيا الاخدودُ الموازي ويَحُدُه في الوسط وفوق الاخدودُ القرني. وفي مقدمته تتحدب طياته حول الاخدود القرني لتزر الطيات مثل الكلابة، القريبة من قاعدة المخ في الدماغ الوسط.

نتؤ ما حول متصل بنتؤ الزنار عند مضيق الزنار.

2 ـ نتوء الزنار طويل متعرج يكون في عمق القشرة فلا يظهر الا بعد القطع. يمتد من الهامة إلى الجبين، ويحيط بالجسم الكانب، منحدرا إلى عمق الجانب الوسطي لفلقة الصدغ، حيث يضيق (ويسمى هنا مضيق الزنار) ثم يرجع إلى الوراء ليجاور نتؤ ما حول قرن آمون.

الصورة رقم 56 أجزاء الإِرب كما تظهر بعد قطع في اسفل الدماغ



اللوزة متصلة بقرن آمون وتحت المهاد فتكون هذه الاجزاء حلقة رصد تكفل توحيد اعمال الإِرب كله. تقع اللوزة في فلقة الصدغ من المخ، وكذلك اكثر خلايا قرن آمون.

الجسم اللبون من نويات ما تحت المهاد.

اتصال اللوزة بقرن آمون يبدو واضحا. ويتضح لماذا سمي هذا الجزء (قرن).

مضيق الزنار يصل نتوء ما حول القرن ونتوء الزنار حول الجسم الكانب فيكونان امتدادا غير منقطع.

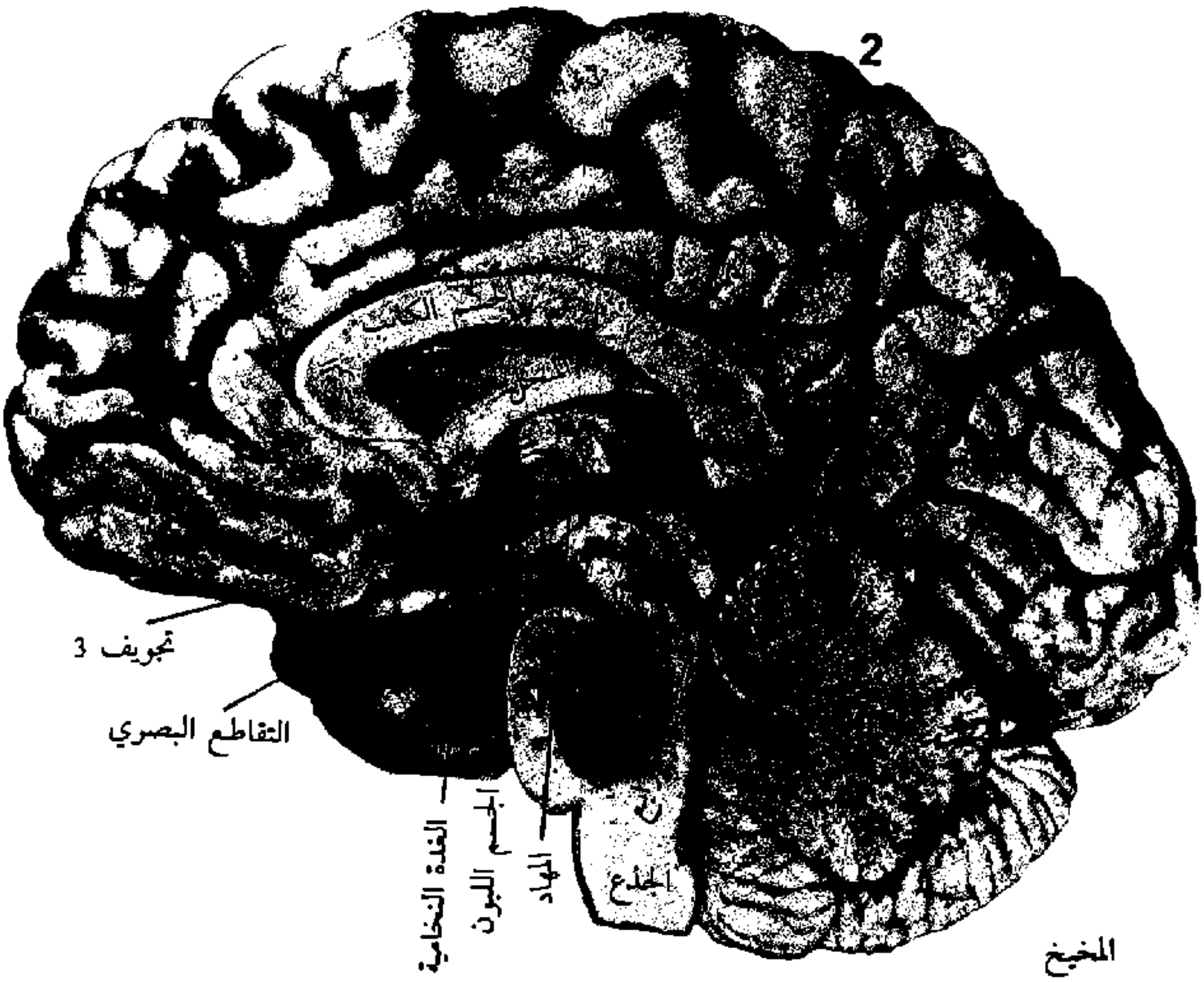
الاخدود الكانب: يفرق ما بين الجسم الكانب ونتوء الزنار. ينثني الاخدود في مؤخرته ليلف العِصبة (الجسم الكانب) ويستمر في سيره الى فلقة الصدغ حيث يصبح اخدود القرن.

الصورة رقم 57 قطع مركزي للدماغ على محور الشرم المستطيل

1 ـ حاجز

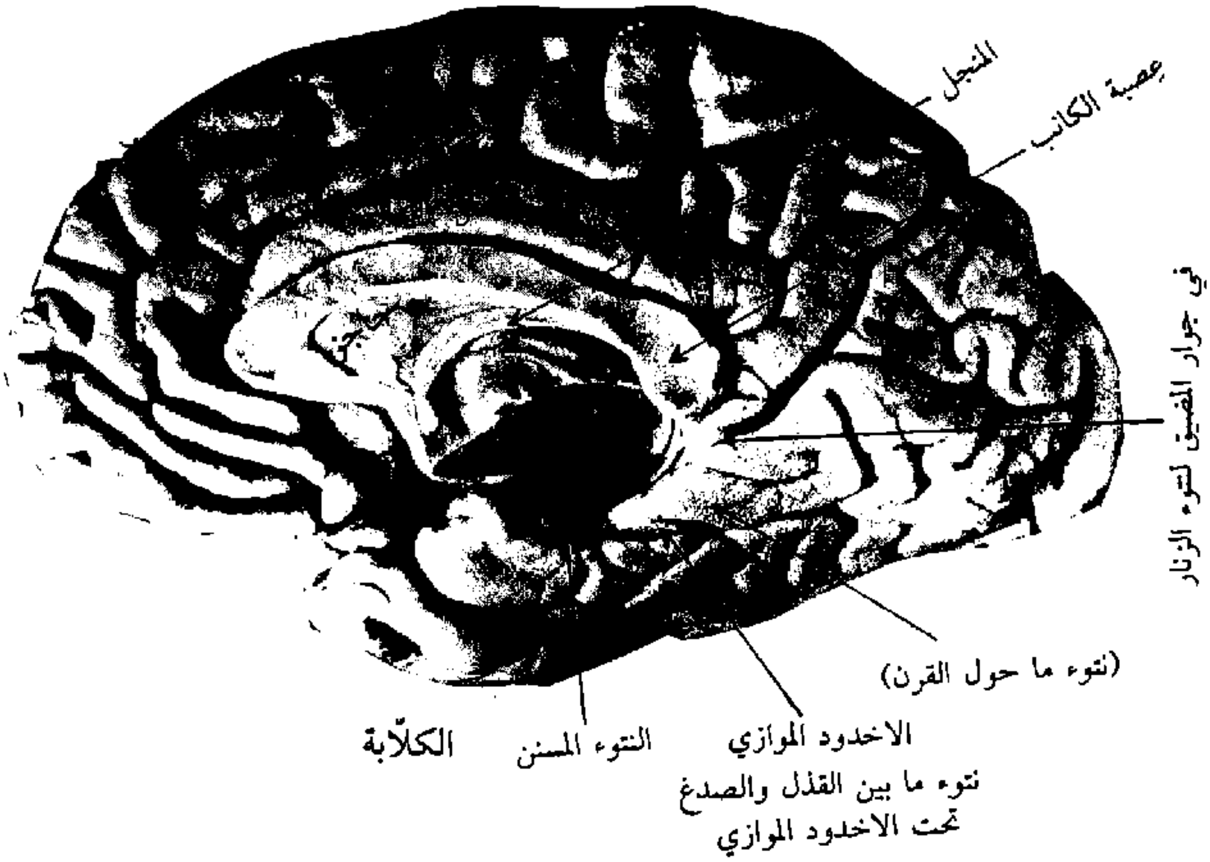
2 ـ الأخدود المركزي

3 ـ نتوء الزنار



يبدو القليل من نتوء الزنار وغيره من اجزاء. راجع الصور التالية للقرن ونتوءات ما حوله. ولفلقة الجبين حصة من جهاز الإِرب، وهي مقر التفاعل النهائي بين الفكر والعواطف.

الصورة رقم 58 قطع شبه مركزي



نتوء ما بين القذل والصدغ
تحت الاخدود الموازي

اشرت الى اجزاءِ خارج الإِرب. مثل الجسم المثلم (من العقد الاساسية).

نتوء ما تحت الكاتب: طية صغيرة من القشرة. اسمها من موقعها عند أول الجسم الكاتب وقرب «جسر المقدمة». يسمى هذا النتوء مع رقعة ملاصقة له في القشرة (رقعة الحاجز). تتمة هذه الرقعة تخرج من القشرة نزولا الى جوار العقد الاساسية. وفي هذه التتمة تقع نويات الحاجز العاملة في جهاز الإِرب. رقعة الحاجز والكُلاَّبة هما من مراكز الشم في الانسان.

التجمع القرني: قرن آمون:

التجمع القرني خلايا بدائية قديمة مشتقة من نتوئي الزنار وما حول القرن. نتوء ما حول القرن يمتد علوا نحو شق القرن ويغوص عند التجويف الجانبي ليصبح «التجمع القرني» اذن على حافة الشق يكون نتوء ما حول القرن، اما على الحافة الاخرى من الشق يقوم النتوء المسنن. ولا يتفق العلماء على تفاصيل هذا الجزء من الإِرب.

القرن اكبر اقسام التجمع واضخمها (راجع الصور السابقة). يكون القرن على شكل نصف دائرة أو قوس حين نقطعه قطعا تاجيا (امام: خلف). ينتفخ القرن فيكون الحرف الاسفل للتجويف الجانبي. القرن مع نتوء المسنن يكونان على شكل افعى ملتوية كما هو مبين في الصورة المقابلة.

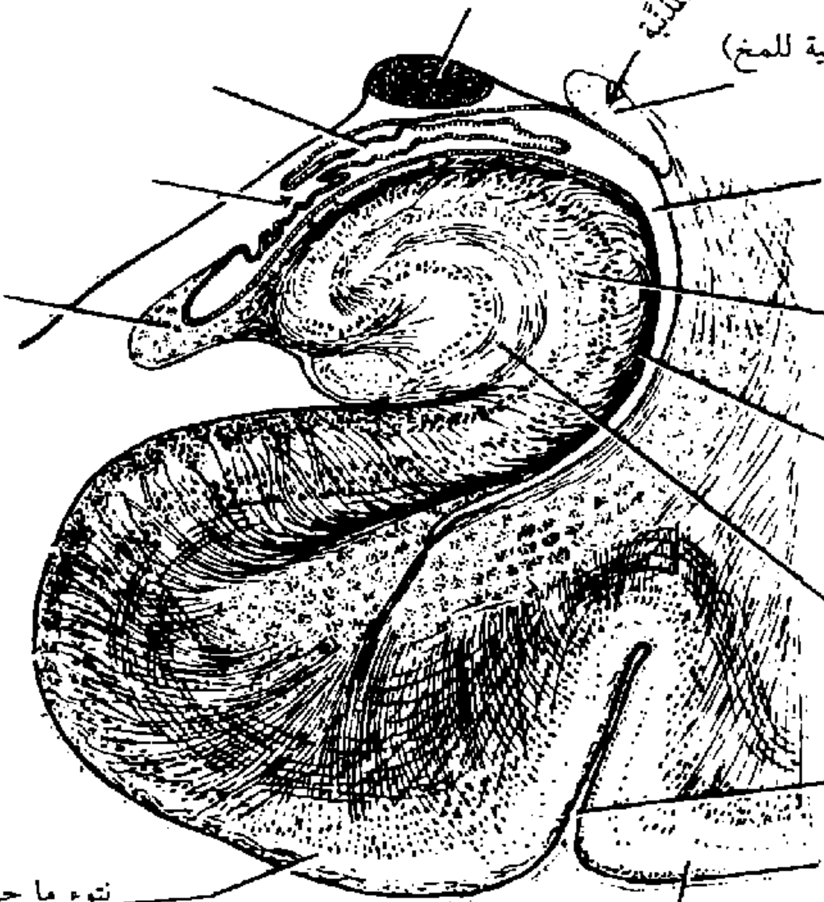
النتوء المسنن يرافق الشرابة (حاشية للنجل) الى عِصبة الكاتب ثم يفترقان. ويخسر المسنن اسنانه فيسمى النتوء الدقيق. عندئذ يعلو الجسم الكاتب وينتهي كشعب أو طيات دقيقة تسمى نتوء ما فوق الكاتب.

الشرابة (حاشية المنجل): أوتار على السطح الاعلى والمتوسط للتجمع القرني، تمتد من الكلابة الى عصبة الجسم الكاتب في اسفله وتصبح تتمة المنجل.

الصورة رقم 59

قطع معترض لنتوء «ما حول القرن»

وللتجمع القرني



تقع خلايا القرن في منطقة الجدار المتوسط من أسفل التجويف الجانبي. اسفل التجويف الجانبي يمتد من عصبة الكاتب الى منتهى التجويف في فلقة الصدغ.

الشكل العام (قوس) واضح ويصير هذا القوس ملتويا كالافعى أو البطة حين نضيف اليه النتوء المسنن فتكون الاجزاء في منطقة فلقة الصدغ من المخ.

خلاصة الإِرب: لم يكن من السهل تحديد الوظائف لمراكز خلوية لا تراها العين، ولا يستطيع العلماء فصلها واحدة واحدةً. لكن مراقبة المصابين بتقرحات في مناطق مختلفة من الدماغ، وتجارب على حيوانات مخبرية قادت الى الكشف عن اعمال جليلة للإِرب. اما اعظم تقدم فقد جاء بعد ان استطاع العالم وليم هِسْ تطوير منافذ كهربائية دقيقة تغرز في الدماغ، ولا تعيق تحركات الانسان أو الحيوان، وبها يستطيع العالم ارسال تيار كهربائي خفيف الى مجموعات صغيرة من المراكز الخلوية. بهذه التقنية استطاع هس اكتشاف خلايا، إن مسها تيار كهربائي، تغير مزاجك، أو تجعلك تخاف ولو لم يكن أمامك ما يخيف. وخلايا إن اثيرت تمنعك من ان تأكل أو تشرب وإنْ كنت في منتهى الجوع والظمأ. الخوف والأكل والاقبال على التعلم والانجاز هي من عواطف الانسان (غرائزه).

اللوزة من العقد الاساسية في المخ، وجاراتها من نويات الحاجز تعمل كلها في جهاز الإِرب. لا تقوم العقد بوظيفة واحدة اذ فيها من الوظائف ما يتفق وما فيها من خلايا مختلفة.

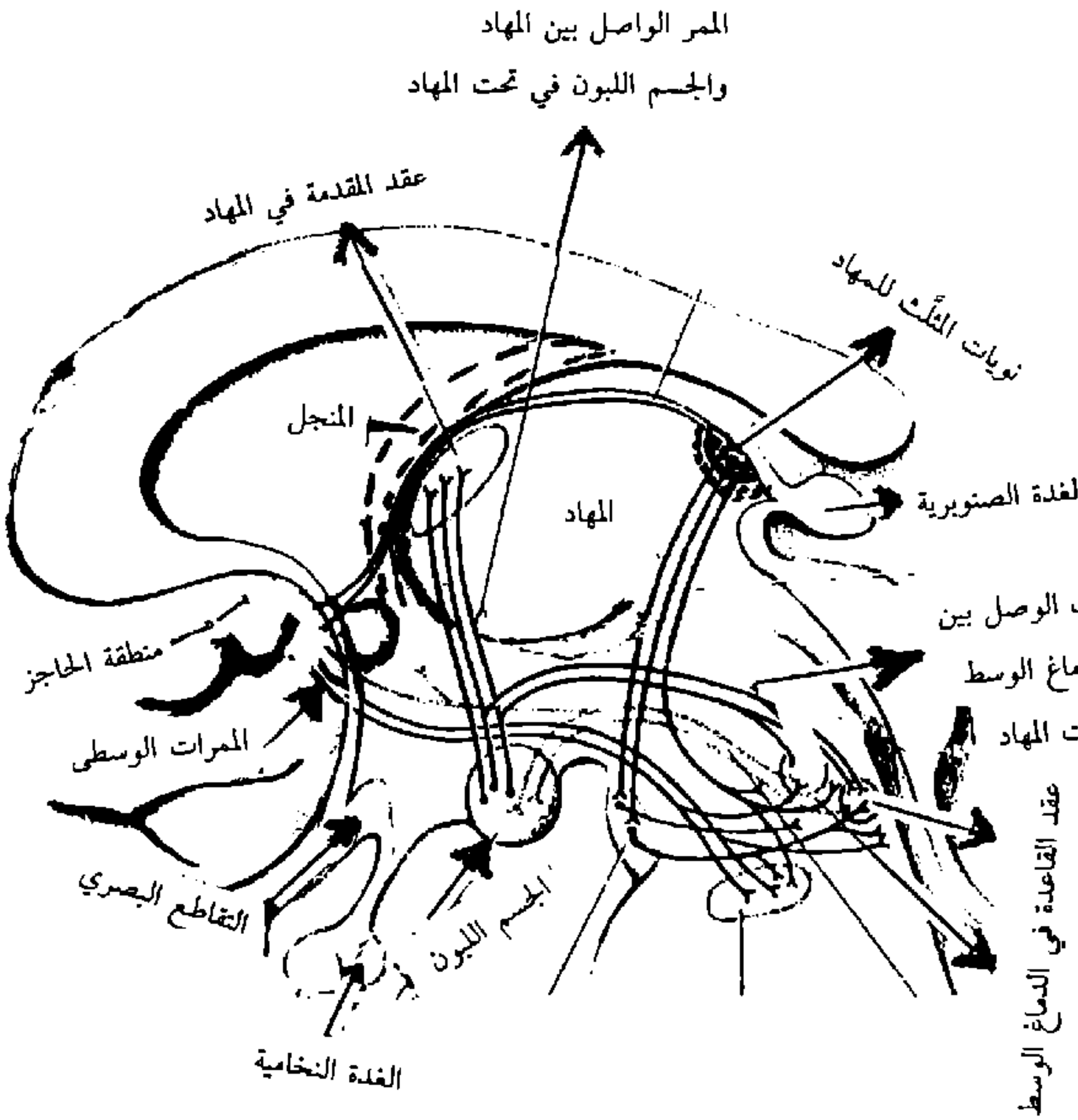
الاثارة الكهربائية لمنطقة ممتدة من بعض خلايا اللوزة مرورا بنويات الحاجز ونزولا الى تحت المهاد، تجعل الانسان يشعر بلذة عظيمة (يسميها العلماء مراكز اللذة).

اما اثارة خلايا في نتوئي الزنار وقرن آمون فإنها تجعل الانسان يتجنب اللذة لأنه يشعر بالقلق والاذى.

في سطح اللوزة ايضا خلايا إن هاجت تثير خوفك ولو لم يكن حولك ما يخيفك. اما اهاجة خلايا في وسط اللوزة فإنها تجعل الانسان يثور ويسرف في بذاءة الكلام. وغيرها من الخلايا تهدّىء من روعك وتبعث فيك السكينة وهنا تعمل بعض الادوية المهدئة للإِنسان.

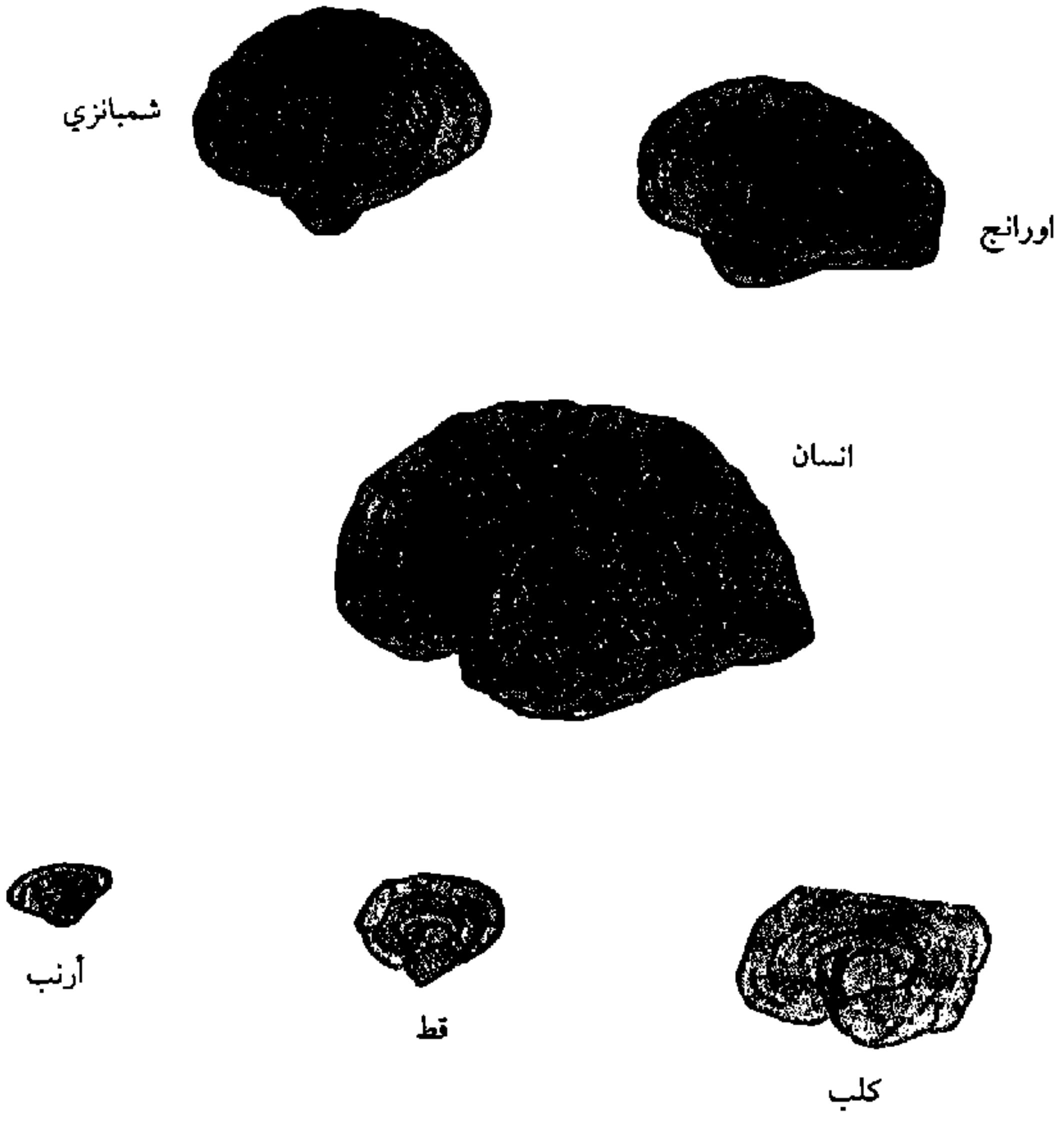
الصورة رقم 60 كثافة الاتصال بين أجزاء الإرب

رسم تمثيلي للصورة لكي نبيّن بعض الاوتار العصبية بين المهاد من الدماغ المتوسط، وبين اجزاء من الدماغ الوسط والمخ. هذا التشابك يدل على كثافة الاتصال بين اعضاء عاملة في جهاز الإرب، فيكون الجهاز وحدة عملية بالرغم من تبعثر اجزائه.



غزارة الممرات العصبية تدل على كثافة الشبكة: الممرات العصبية المسماة (الممرات الوسطى) تنشأ في عقد الحاجز (في جوف المادة البيضاء من المخ) وتمر في تحت المهاد، وتنحدر الى قواعد الدماغ الوسط. وهناك خطوط مبينة في الرسم تكفل الاتصال الشامل الكامل بين الاجزاء. ولقد اشرت الى بعض العقد في المخ وفي المهاد وغيرهما.

الصورة رقم 61 نسبة جهاز الإِرب الى حجم الدماغ في الإِنسان وما دونه



الإِرب هو المناطق المحززة
ضموره في الانسان واضح بالنسبة لكائنات دنيا.

يدمر العلماء احيانا خلايا في نتوء الزنار وفي اللوزة، بالكي الكهربائي، لتخفيف العنف والشراسة المفرطين في مريض ما ، فيهدأ لكنه يمسي خنوعا لا يُقبِل على السعي في الحياة! الشعور باللذة أو بالعنف والشراسة يأتي ايضا من خلايا خارج المخ ولا سيما في تحت المهاد.

لجهاز الإِرب شأن عظيم في الاقبال على التعلم ولو ان خلاياه لا تعمل في الذاكرة أو التفكر. المنطقة الواقعة بين قرن آمون واللوزة ضرورية لتقوية الذاكرة. لا تحفظ ولا تتذكر. هذه المنطقة، انما عملها حفر الدرس والذاكرة، واذا تقرحت عجز الانسان عن تعلم الجديد. شحذ القدرات والتنبه هما من الإِرب.

(الصورة 61) تدل على ان جهاز الإِرب في الانسان صغير جدا عضويا لأن مراكز الفكر والتحليل والتخيل هيمنت على اكثر الدماغ. ويكون الإِرب ضخما في كائنات دنيا. اذا كان ارب الانسان صغيرا في حجمه فإنه لا يزال جليلاً في عمله.

أعراض سورة الغضب الوهمي والخوف:

حال من الغضب أو الخوف يظهر في الإِنسان والحيوان حين تثار خلايا أو تتقرح خلايا بحسب ما ذكرت سابقاً (راجع ايضا تحت المهاد). تغضب وتخاف وان لم يكن ما يدعو الى ذلك. الأعراض هي:

توثب وتوقد ويقظة. تشنُّج القامة كأن يقوس القط ظهره (من اشارات قوام الدفاع)، يصيح المخلوق ويصخب ويدمدم (أصوات الانفعال). اتساع بؤبؤ العين، وغيرها من أعراض مثل قط يُبرز مخالبه وينتصب كل ما فيه.

الباب السادس عشر

العقد الاساسية

Basal Ganglia

الشركاء الاقربون للقشرة في الحس والحركة واعمال جهاز الإِرب

تعريف العقد الاساسية

خلايا رمادية (نويات وعقد) مدفونة في كتلة المخ البيضاء دون القشرة. لها جوار وثيق مع المهاد لكنها مفصولة عنه بالكبسولة الداخلية. **الصورة 62**

هي نويات ضخمة نشأت كالمخ من «الدماغ البعيد»، في مراحل زمنية مختلفة، ظهرت كجسم مُثَلَّم. لأن الجسم المثلم اكتمل تدرجا، تقلبت الاسماء كما تقلبت اسماء الدماغ.

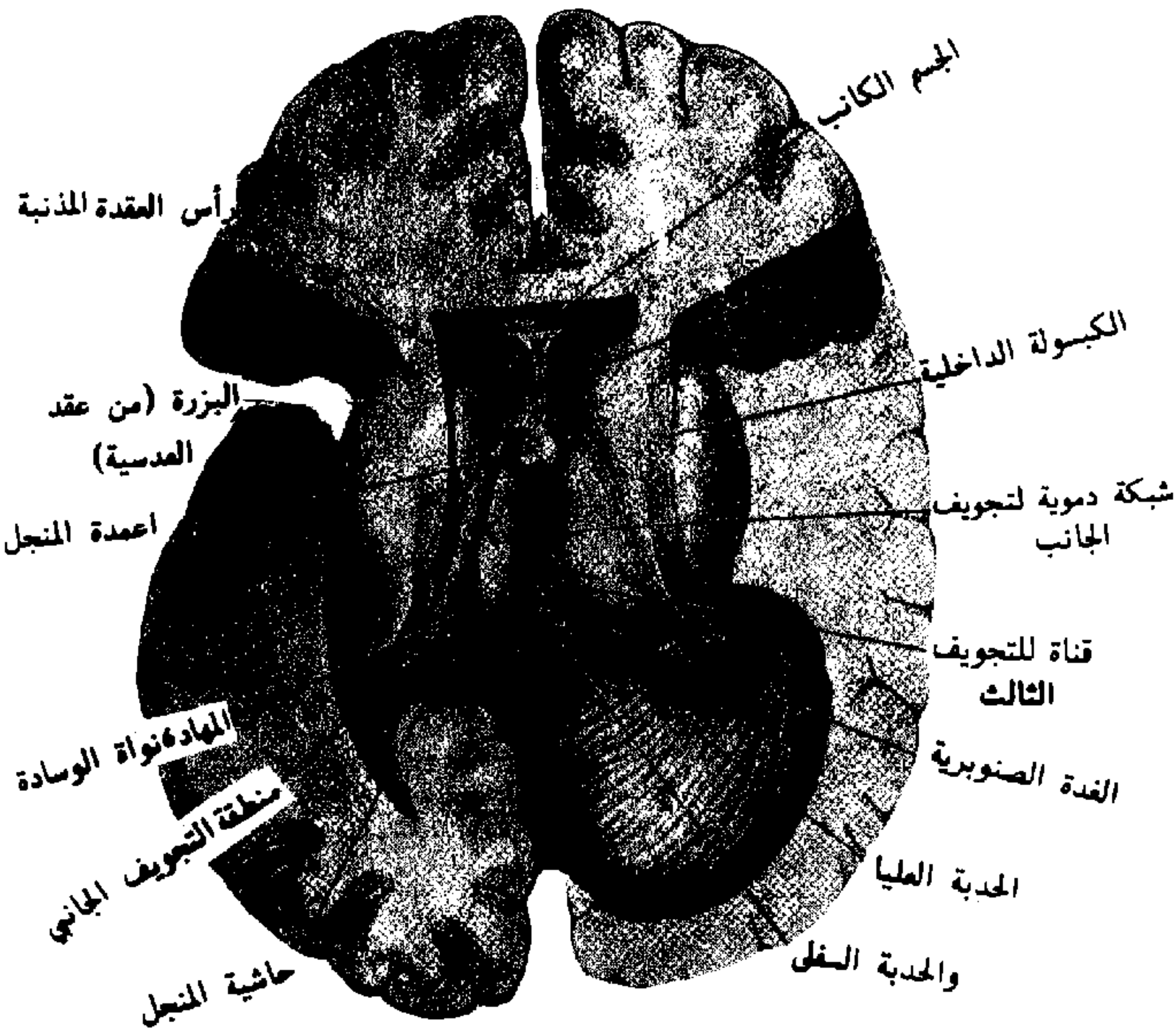
المثلّم الجديد يشار اليه بمصطلح (المُثلَّم): يضم اكبر العقد واكثرها حداثة. وفيه نويات المُذَنَّبة والعدسية (**البزرة والشاحب من اجزاء العدسية**). الاسماء المشار اليها تدل على الاشكال الظاهرة للنويات.

الشاحب هو ما تبقى من الدماغ القديم ويشار اليه بمصطلح (الكرة الشاحبة) أو (الشاحب) لأن حزما من الاعصاب المكسوة البيض تخترقه، فيبدو شاحبا في النسج الحي، بينما يميل غيره من الاجزاء الى الحمرة. تزال اجزاء الشاحب بأشعة الليزر لتحسين حال المصابين بباركنسون.

مُجَمَّع اللوزة

ثم هناك نويات مستقلة تسمى (مُجَمَّع اللوزة) التي لها شأن عظيم في عمليات الاحشاء والهرمونات والسلوك عامة.

الصورة رقم 62 المواقع النسبية للعقد الأساسية والمهاد



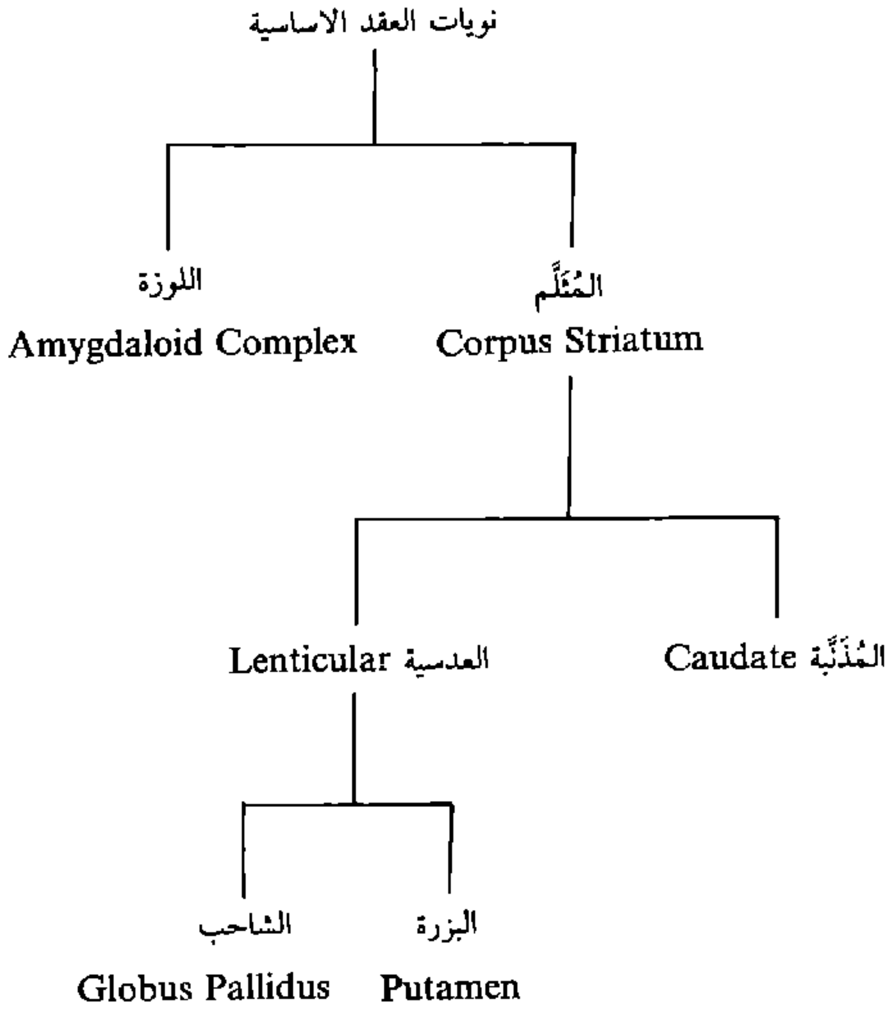
مواقع العقد:

المذنبة: رأسها في المقدمة يمتد الى الجدار الامامي للتجويف الجانبي، فتلتقي المذنبة بالعدسية.

تدِق مؤخرتها الى ذنب طويل يمر بجانب المهاد، ثم يلف منحدرا الى اللوزة حيث ينتهي.

العدسية: مجموعة من نويات تأخذ شكلا نهائياً يشبه العدس، البزرة من جوانبها. وهي تشبه نواة الخوخ المحززة الشاحب في وسط العدسية.

جدول العقد الاساسية



عمل نويات المثلم الضبط والتنظيم الدقيقان للحركات العضلية التي تأمر ببدئها مراكز القشرة. كل اضطراب فيها يسبب ما تراه من حركات تشنجية غير منسقة وغير طوعية كرجفة اليد والكتف.

يعمل تجمع اللوزة في جهاز الارب في منطقة الصدغ من المخ (راجع الارب)

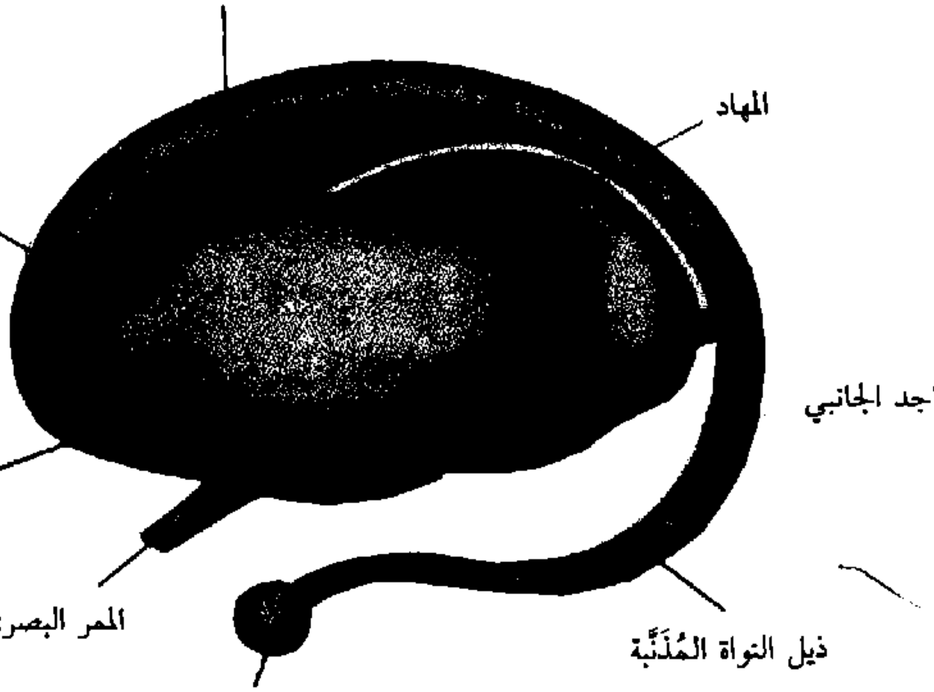
الصورة رقم 63 قطع تاجي لأعلى المهاد

صورة مجهرية



قطع امامي خلفي لجذع الدماغ يتخلل أجزاء متقدمة في المهاد وأجزاء من العقد الأساسية. اللون الأسود ينتج من صبغ الدهن في النسيج. راجع صورة 71.

الصورة رقم 64 رسم تمثيلي لعقد الجسم المُثَلَّم



اشرت الى المهاد والساجد الجانبي والممر البصري لأدل على الموقع النسبي للجسم المثلم. تسمى اجزاء الجسم المثلم بحسب اشكالها. تدل الصورة ايضا على العرى الوثيقة بين المهاد والعقد الاساسية المذكورة اعلاه.

نشأ الجسم المثلم أولا كتلة رمادية واحدة. ثم اخترقته الكبسولة الداخلية (أوتار المخ) لتقسمه كتلتين (النواة المذنبة والنواة العدسية).

الصورة تبين ايضا اتصال اللوزة بالبزرة (احدى نويات العدسية).

شق الكبسولة المشار اليه يضم أوتارها التي قطعت الجسم المثلم.

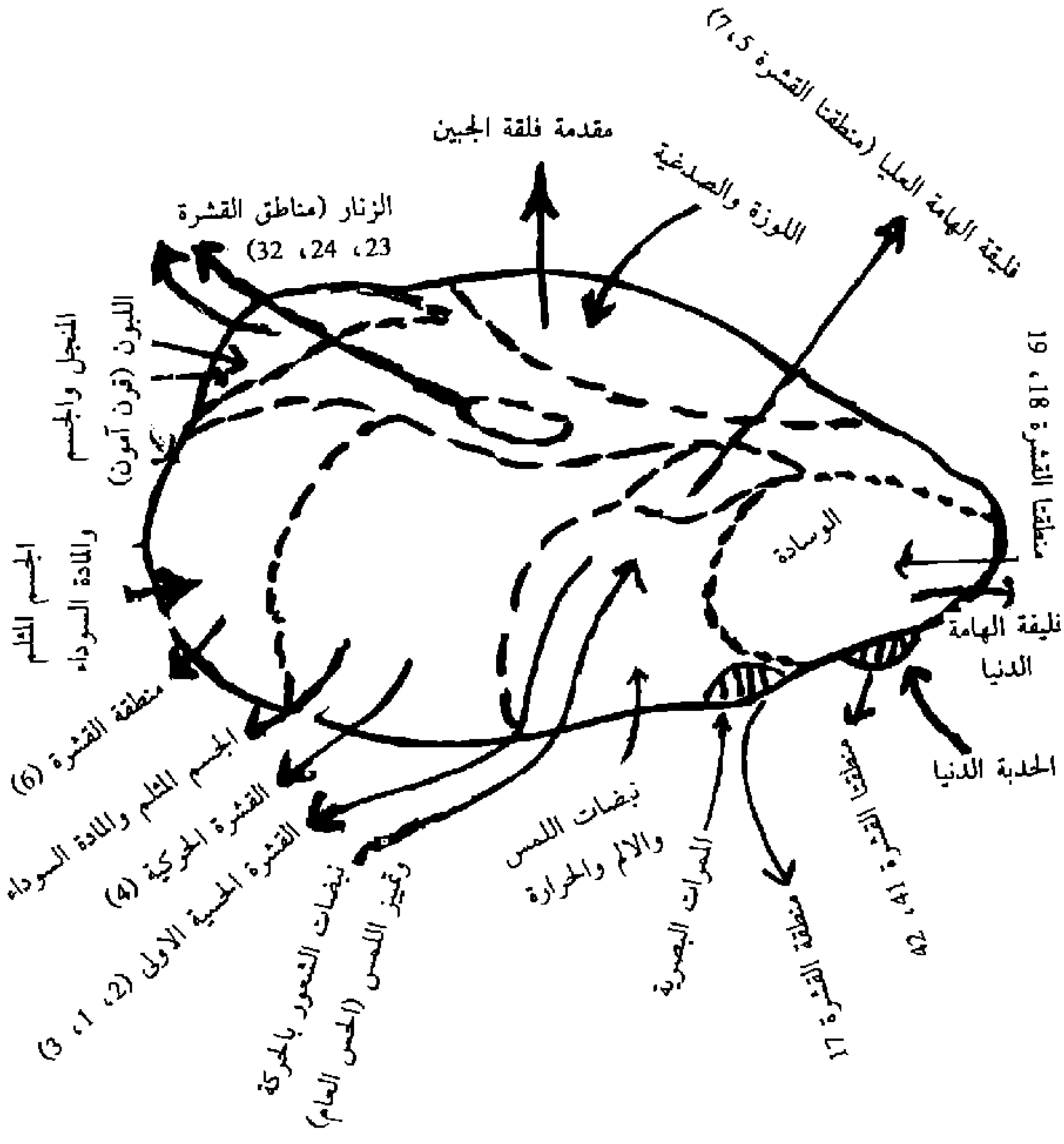
اعمال الجسم المُثلَّم

كان الجسم المثلّم المركز الوحيد للحركات الطوعية وغير الطوعية كتلك للاحشاء في كائنات غير لبونة. وانتقلت بعض هذه الوظائف الى قشرة المخ بعد ان ظهر المخ في اللبونات. وظهرت ايضا الممرات الهرمية الحركية الصادرة عن المخ الى النخاع الشوكي. من الطريف ان قطع هذه الممرات في كائنات متقدمة كالشمبانزي لا يفقدها التحرك العام فتعتاد حرية التنقل والتسلق والاكل، مما يدل على ان للعقد الاساسية شأنا مُهِمًّا حتى بعد ظهور المخ.

اما الانسان فإن عقده الاساسية قد فقدت حريتها في الآمر بالحركة. ولربما اهتمت بتعديل حركات مثل انتصاب القامة وشؤون الدفاع والأكل بعد ان استولت قشرة المخ على شؤون الامر والنهي. لذلك إن قطع الممرات الهرمية للانسان يقعده بالشلل.

العقد الاساسية لا تتصل بالنخاع الشوكي، فتبقى مصادرها ومواردها العصبية مع القشرة والمهاد والمادة السوداء (دماغ وسط). العقد الاساسية تتصل بنويات المخ في الشق نفسه (عقدة يمينية الى نواة يمينية). اما الاتصال بين المخ والنخاع الشوكي فهو على خلاف (الشق اليمين للطرف الشمال). لذلك إن تلف عقدة اساسية شمالية سيؤذي الطرف اليميني، لأن العقدة تتصل بالمخ أولا، وهو يعمل على خلاف.

الصورة رقم 65 الاتصال بين المهاد وشركائه بعض الاوتار الداخلة الى المهاد والخارجة منه



اكثر مناطق القشرة التي تتسلم أوتارا من نويات المهاد تُرجع المعلومات الى تلك النويات. تفاصيل الصورة في قسم المهاد.

الباب السابع عشر

المهاد

Thalamus

موجز

- المهاد من الدماغ المتوسط (دماغ بَيْنَ بَيْنْ).
- للمهاد مكانة مركزية سواء بموقعه أو عمله.
- كتلته البيضية تزن 2٪ من وزن الجهاز العصبي المركزي.
- طوله 4 سنتمتر.
- يحيط به التجويف الجانبي وعقد اساسية مثل البزرة والمذنبة اما التجويف الثالث فيفصل بين المهادين نزولا الى تحت المهاد.
- يمتد من مقدمة الجسم الكانب، والى أول الثلث الاخير من الدماغ عند جسر المؤخرة (جسر كالكانب لكنه صغير).
- الجسم الكانب وأوتار قرن امون (المنجل) امامه وفوقه. اما اسفله فيقعد على الحدبتين (العليا والسفلى) من الدماغ الوسط.
- المهادان ملتصقان حول التجويف الثالث، الاّ في عشرين في المئة من البشر.

اهمية المهاد

اذا كانت العقد الاساسية المرجع النهائي للحركات قبل ظهور المخ، فإن المهاد كان للحس، ولا يزال. تشهد على ذلك كثافة اتصالاته بمراكز الحس في القشرة. وبعد تطوره اتسعت اعماله لتشمل الحركة وشؤون العاطفة في جهاز الإِرب.

تركيب المهاد وترتيب اجزائه يدلان على ما له من اعمال:

1 ـ هو الموحِّد الرئيسي للحس، وتصنيف هذه المعلومات قبل ورودها الى المخ. كل الاحاسيس إلا الشم تنتهي اليه أولا.

2 ـ المحافظة على استمرار حالات اليقظة والاهتمام والوعي وضبطها، بما له من نفوذ في المخ.

3 ـ لا يحفظ الوعي العام فحسب، بل يُضفي على الادراك الواعي معان خصوصية شخصية، فيختلف الشعور بين شخص وشخص.

هو أول محطة واعية للحس والادراك. خلايا المهاد تضفي الوعي على ما تشعر به من لمس والم.

ـ تلف المهاد أو قطع أوتاره المتصلة بالمخ تُفقد الانسان الحس البسيط، وكأنه مخدر. لكن الخسارة لأجل قصير. اما تحديد موقع الحس، أو تمييز اللمس بين نقطتين، والحس بحركة ما ، واين يقع طرفك، كلها لا ترجع.

يكون حس المصاب غامضا فلا يدري اين لمسه شخص ما، والحس يؤذيه احيانا ولو كان المحسوس غير مؤذ منفِّر، واحيانا يضيق خلقه لأنه لا يدرك المحسوسات. واحيانا ينقلب الشعور فيلتذ بشيء مزعج كالضجة!.

4 ـ الموحِّد للوظائف الحركية. العقد الاساسية المدفونة في الكتلة البيضاء من المخ، ولا سيما الجسم المثلّم، ترسل الى المهاد نبضاتها المعدّلة للحركة، ومن ثَمَّ الى المخ بعد تقويم تلك الاوامر. ويتسلم معلومات حركية من المخيخ ايضا.

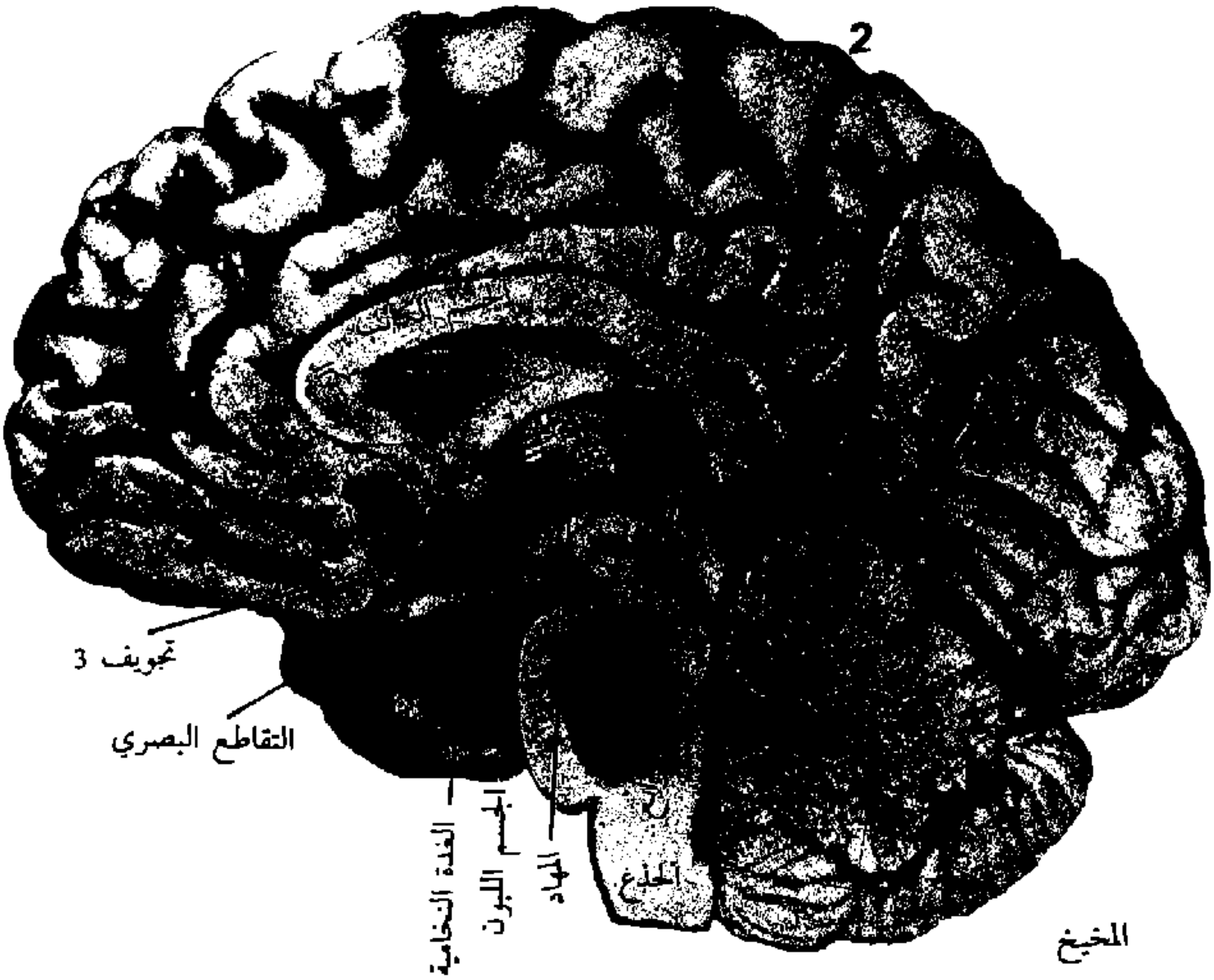
5 ـ المهاد امينٌ في ارساله ما يرده من معلومات جديرة بأن تصل الى المخ. لذلك له من الآليات ما تمكنه من اختيارٍ صالح بعد تنخيل للمعلومات، ويعدل الارسال بدقة.

يضبط النشاط الكهربائي للمخ فيكفل الانسجام كما يبدو من مراقبة التخطيط للموجات الكهربائية. اذا تقرحت أو اثيرت نويات معلومة في المهاد لرأيت الفوضى تعم الموجات الكهربائية الصادرة من المخ. هو مصدر السكينة أو الاضطراب لنشاط الدماغ الكهربائي.

كل تلك القدرات تجعله قادرا على القيام بمعالجات مختلفة ومتوازية للمعلومات والاشارات الواردة عليه، فيختزن منها ما يلائم ويعدل غيرها.

الصورة رقم 66 قطع مركزي للدماغ

1 ـ حاجز
2 ـ الأخدود المركزي
3 ـ نتوء الزنار



جزء المهاد المشار اليه هو من المهاد الجانبي.

نشأ المهاد كالمخ من الدماغ الامام، وهو اعلى اجزاء الجذع من الدماغ. المهاد وتحت المهاد هما من الدماغ المتوسط أو (دماغ بَيْنَ بين) لأنهما واقعان بين الدماغ الجديد (المخ) والدماغ القديم.

يقع أول المهاد عند المخ، بين ثقب التجويفين الثالث والجانبي، ثم يمتد خلفا الى جسر المؤخرة قرب حدبات الدماغ الوسط.

الصورة تبين هذه الحدود، كما تبين ان بطنه قاعد فوق الدماغ الوسط. أما ظهره فهو تحت الجسم الكاتب والمنجل تقريبا بحسب القطع المركزي.

ثقب ما بين التجاويف هو الحد الفاصل بين المخ والمهاد. والثقب مدخل التجويف الثالث الى جوانب الدماغ.

تركيب المهاد

يُجمع الخبراء ان تركيب المهاد مفتاح نموذجي لفهم ترتيب النظام العصبي المركزي، بما للمهاد من علائق مع غيره من اجزاء الدماغ.

شكله كالبيضة، طوله 4 سنتمتر (الصورة 67). يوجد مهادان (يمين شمال) مفروضان بمبدأ الموازاة بين اجزاء الجهاز العصبي.

المهادان اليميني والشمالي يقعان على حافتي التجويف الثالث ويمتدان طولا الى وسط الكبسولة الداخلية، ويكونان على محورين مائلين، ويلتصقان عند الوسط في 80٪ من البشر. تسمى منطقة اللصوق بينهما (الكتلة المتوسطة أو النَّدَبَةُ المهادية).

مناطق المهاد، مقر نوياته، تسمى:

1 ـ المقدمة: اكثر المناطق تقدما باتجاه المخ في الجبين.

2 ـ المؤخرة: تقع على حدبات الدماغ الوسط حيث آخره.

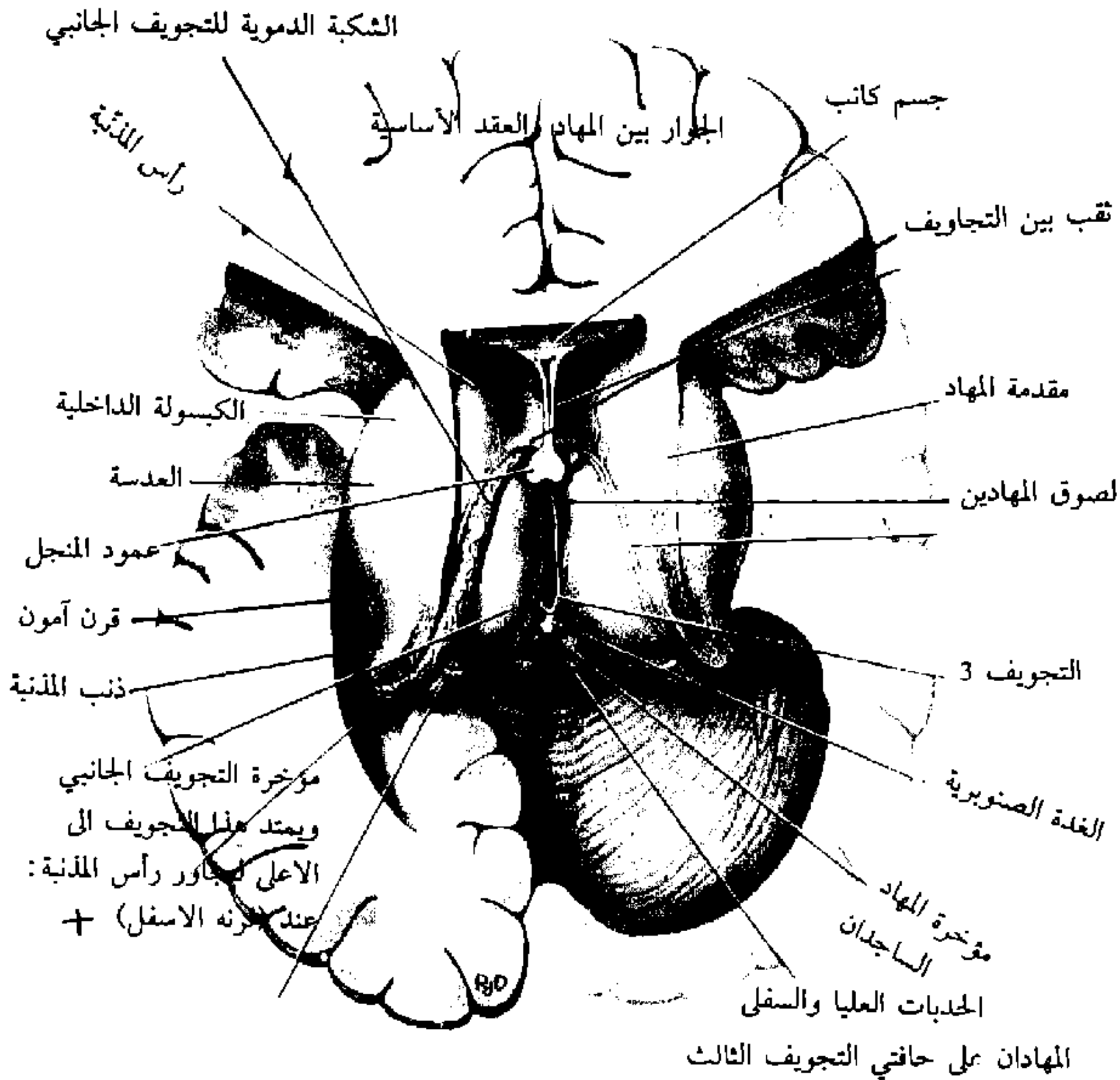
3 ـ البطن: المنطقة السفلى.

4 و5 ـ الظهر: المنطقة العليا، هي قسمان: المتوسط والجانب.

6 ـ الصفائح: منطقة في جوف المهاد غزيرة بالاعصاب.

7 ـ المحور المركزي: منطقة التجويف الثالث الذي يفرق بين المهادين، هو خط النصف.

الصورة رقم 67 تشريح من أسفل الدماغ



1 ـ مقدمة المهاد (القمة بحسب الصورة): عند ثقب التجاويف. هي اقل استدارة وتضخما من المؤخرة. للمقدمة ما يشبه الورم نسميه (سنم المقدمة).

2 ـ المؤخرة: تعلو الحدبتين العليين من الدماغ الوسط.

3 ـ بطن المهاد: هو ما تراه ممتدا من القمة الى المؤخرة. وهو السطح الاسفل أو المنطقة السفلى. ما تراه في صورة المهاد ايضا هو جزء من البطن. السطح المتوسط هو القسم القريب من التجويف الثالث. اما السطح الجانبي فهو الابعد. التلاصق بين المهادين يتم على السطحين المتوسطين. الكبسولة الداخلية (اعصاب من المادة البيضاء في صدغ المخ) تقع بين السطح الجانبي ونواة العدسية.

حدود هذا التقسيم، ولا سيما بين المناطق الاربع الأُول هي طبقة رقيقة من أوتار عصبية دهنية جوفية تسمى (الصفائح) سنشرحها بعد قليل.

جوف المهاد

كتلة رمادية الا قليلا من المناطق البيض.

تكتسب لونها الرمادي من تجمعات لعناقيد النويات الموزعة في مناطق المهاد السبع. ولا تظهر الا بتشريح تدرجي الى شرحات رقيقة جدا تقطع على محاور مختلفة.

الصفائح اللُّباب: الحدود الرئيسية للمناطق هي حزمة من اعصاب مهادية داخلية مكسوة بالدهن (اللون الابيض). تبدو هذه الحزمة كصفائح محززة كصدف المحار، نسميها (الصفائح اللُّباب).

الصورة المقابلة رسم تمثيلي للمهادين الملتصقين جزئيا ولقد اشرت الى الخريطة الداخلية للمناطق حيث تستقر سبع مجموعات من النويات.

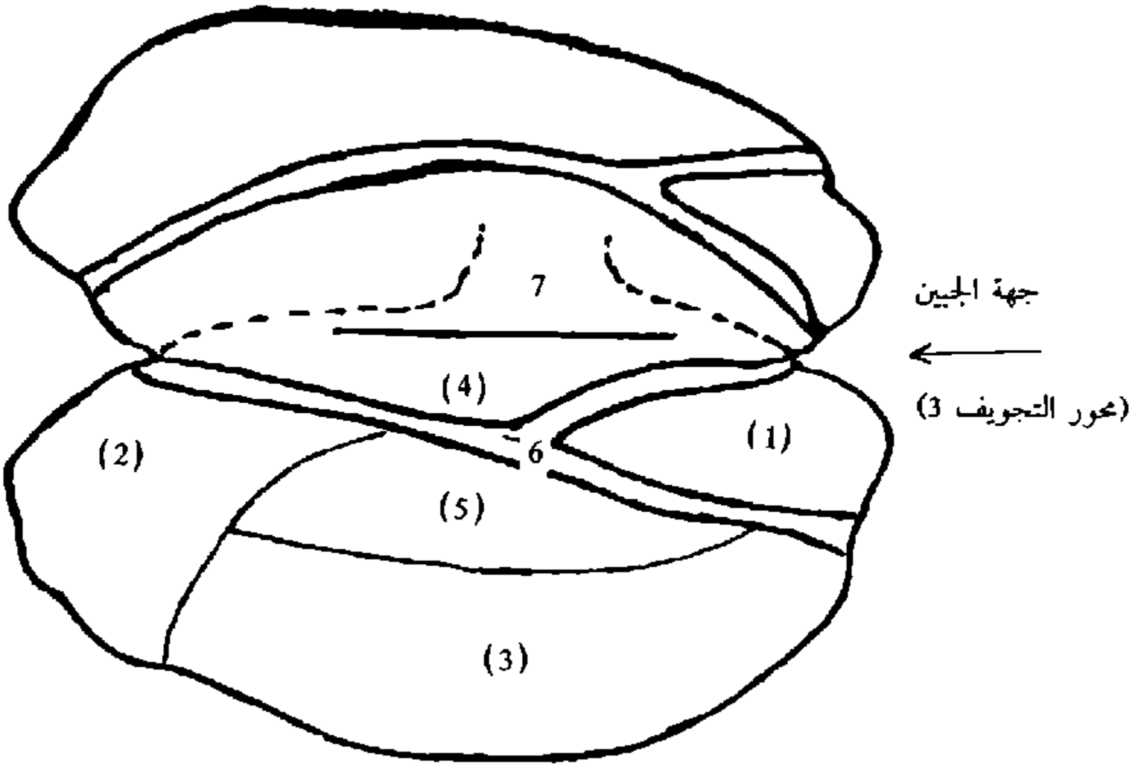
مناطق النويات (الصور 68 ـ 73)

منطقة اللصوق منقطة وفيها الخط المستقيم (المحور المركزي) وتسمى نويات هذه المنطقة على جدار التجويف (**النويات المركزية**). حزام الصفائح يقسم ظهر المهاد الى الجانب والمتوسط. **النويات المتوسطة** هي الواقعة من الحزام الى جهة التجويف الثالث. اما **النويات الجانبية** فهي الواقعة من الحزام الى الطرف بعيداً من التجويف الثالث.

توجد نويات في الحزام نسميها (**نويات ما بين الصفائح أو الصفيحية**) النويات الواقعة من حدود الجانب الى منتهى المهاد في الاسفل هي (**النويات السفلى**) وهذا هو بطن المهاد.

الصورة رقم 68 مناطق المهاد

اشرت الى بعض سطوحه الخارجية وأشكالها في صورتي 69 و70.



الخط المنقط يدل على منطقة اللصوق.

1 ـ مقدمة المهاد

2 ـ مؤخرة المهاد

3 ـ جانب المهاد

4 ـ النويات المركزية

5 ـ المهاد المتوسط (الوسطي)

6 ـ الصفائح اللُّباب (الحزام)

7 ـ خط النصف (جدار التجويف أو مركزه)

الحزام ذو شعبتين تحيطان بالمقدمة، وبينهما (نويات المقدمة)، وفي مؤخرة المهاد تكون (نويات المؤخرة).

نويات المهاد

يوجد في المهاد اربعون نواة واكثر، وتضيع الحدود عند ملتقى السطوح. لذلك يقسم العلماء كل مجموعة الى فئات كقولك مثلا عن نويات سفلى (البطن): الفئة السفلى في المقدمة أو في المؤخرة أو في الجوانب من بطن المهاد. ولذلك يختلف العلماء احيانا في تصنيف فئة أو غيرها. المهاد معروف بصعوبة تحديد نواياته في العمق ومعروف بتعقد اسماء النويات وغموض مسيرة بعض أوتارها.

التصنيف بحسب الوظائف (أو الاوتار)

الاوتار دليل الى عمل الخلايا، لذلك يلجأ العلماء الى تصنيف النويات بحسب اتصالاتها. **راجع الصورة 65**

كما يرتب العلماء النويات بحسب مواقعها، فإنهم يرتبونها بحسب ممراتها العصبية بعد ان يحددوا الاوتار بوضوح. ولربما كان هذا اسهل تصنيف.

1 ـ النويات المحطات

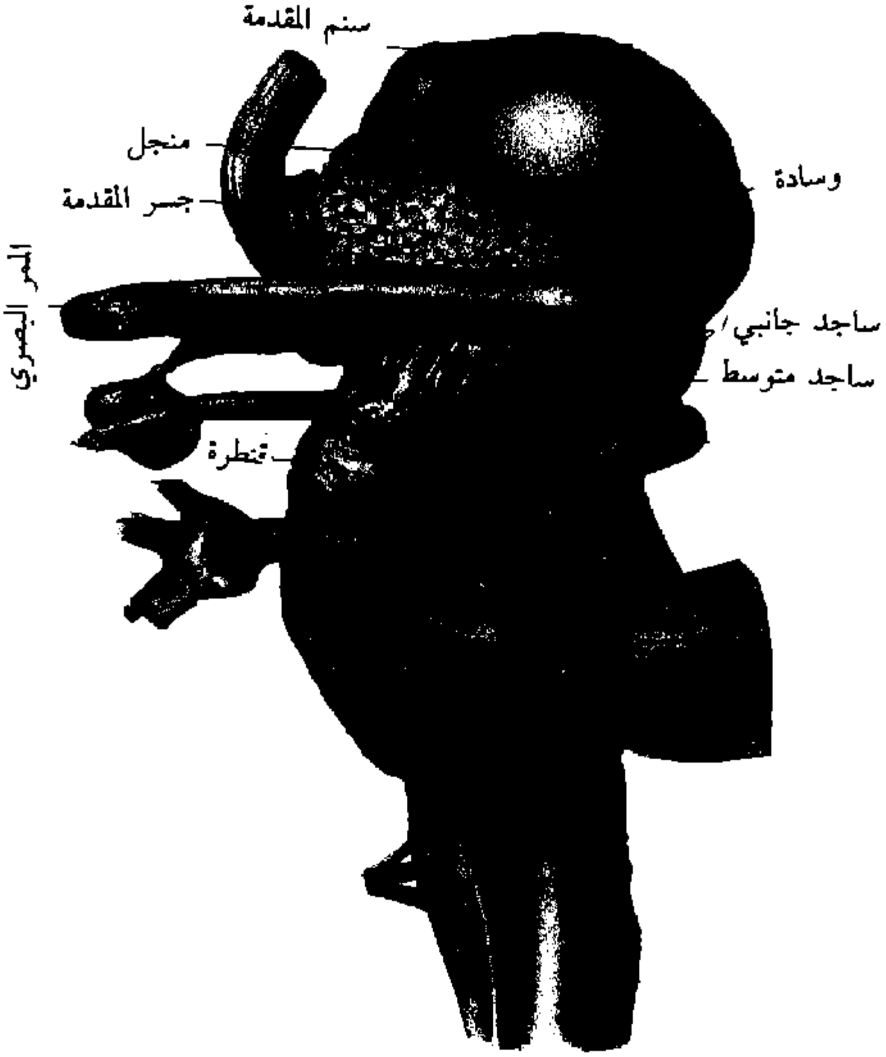
2 ـ النويات المشاركة

3 ـ النويات المتصلة بما دون القشرة (عقد اساسية وغيرها)

1 ـ النويات المحطات: ترسل وتتسلم أوتارا واضحة من مناطق محددة في قشرة المخ.

ـ تكون محطات لاستقبال المعلومات الحسية الواردة من اللواقط الحسية ثم ترسلها الى مراكز القشرة، ونويات تستقبل المعلومات الحركية الواردة من القشرة، اهم المحطات: **نويات الاسفل** راجع آخر الباب)، ونواتان في المؤخرة هما الساجدان: **الجانبي** محطة بصرية، **والمتوسط** محطة سمعية.

الصورة رقم 69 منظر جانبي للمهاد بعد إزالة المخ والمخيخ



جانب الظهر واضح، وفيه تبدو النويات الجانبية كحبل دقيق على بعدٍ من المقدمة، ثم يتضخم الجانب في منتهاه فيندمج في مؤخرة المهاد.

الوسادة نواة ضخمة (كالمخدة) تقع في المؤخرة. وتحتها توجد نواتان يشبهان الساجد، يسميان الساجد المتوسط والساجد الجانبي. تضيع الحدود بين المناطق فيختلف العلماء في تسمية مواقع النويات المتجاورة. بعض العلماء مثلا يصنفون الساجدين الواضحين امتداداً خلفياً لبطن المهاد. وبعض العلماء يصنف الوسادة من النويات الجانبية بدلا من المؤخرة.

لأن نويات منطقة واحدة تتوزع الى كتل متفرقة فإن التصنيف يستمر في تبويب مفصل فتقول مثلا: النويات الجانبية كتلتان رماديتان واحدة عالية على حدود الصفائح والثانية في منتهى الجانب أو مؤخرته.

2 ـ النويات المشاركة: لا تتسلم أوتارا صاعدة الى القشرة فلا تتصل بالممرات الحسية والحركية بل تتفرغ للمشاركة في تقويم المعلومات والاتصال بمراكز المشاركة في القشرة، وتعمل على ضبط عمليات المهاد الداخلية. لذلك تتصل بأخواتها في المهاد وبالمراكز المشاركة في فلقتي الهامة والجبين وقليل من فلقة الصدغ.

من اهم هذه النويات: نواة الوسادة في مؤخرة المهاد التي توحد ما بين معلومات السمع والبصر، فترسل المعلومات الموحّدة الى المراكز المشاركة عند ملتقى «فلقات القذل والصدغ والهامة».

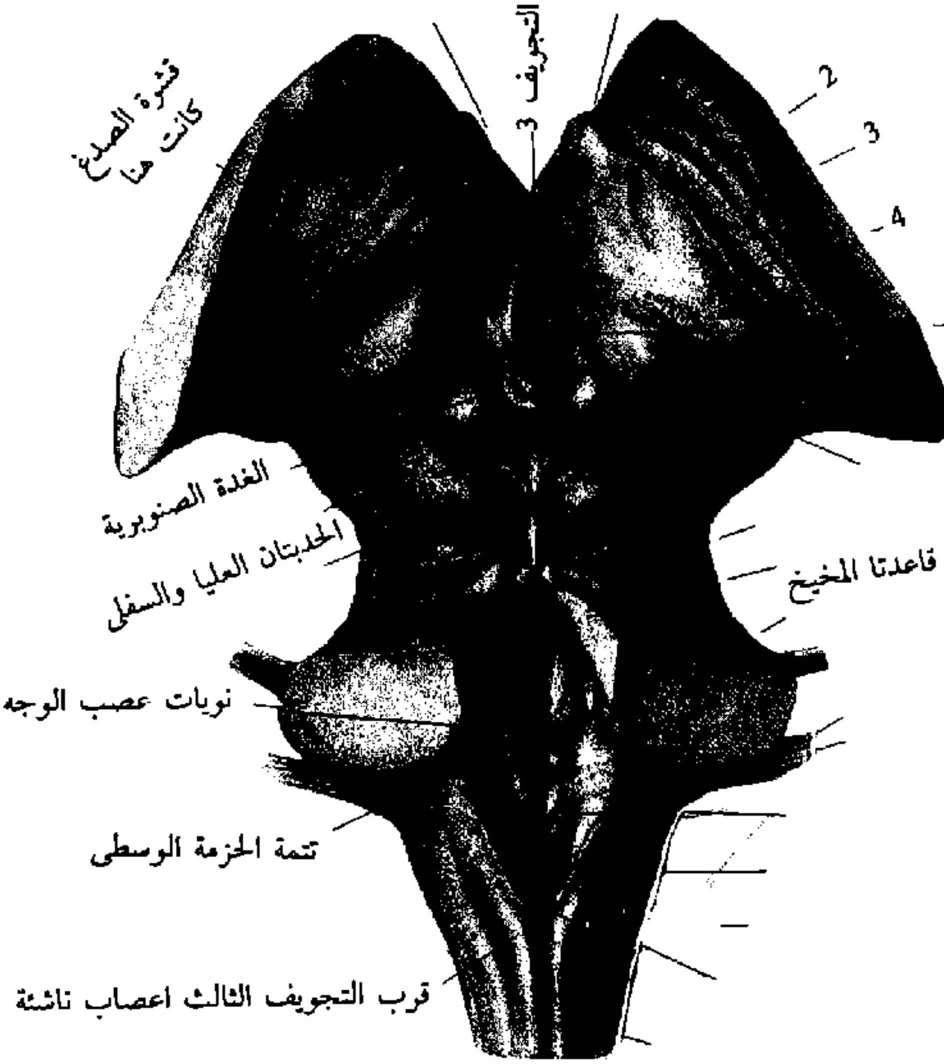
3 ـ النويات المتصلة بما دون القشرة: تتصل بالعقد الاساسية. لربما كانت اتصالات هذه المجموعة اكثرها غموضاً، لا يزال البحث فيها مستمرا، من هذه المجموعة نويات الصفائح والنويات المركزية.

لبعض تلك النويات اتصالات مع الجسم المثلم، والتجمع الشبكي، مما يدل على شأنها في الضبط الداخلي لعمليات التنبه. اذا اثيرت هذه النويات لبدأ التخبط على الشخص كمن يوقظ بغتة. ويدل التسجيل للموجات الكهربائية من الدماغ على اضطراب عام لوعي الشخص. اكبر النويات في مجموعة الصفائح هي المسماة (الوسط المركزي) فتكون في الثلث المتوسط من المهاد، تحت نواة مشهورة من النويات المتوسطة.

بعض النويات خليط: تقوم بأعمال مختلفة فلا تصنف في منزلة واحدة. اهمها المجموعة المتوسطة (الواقعة بين الصفائح اللباب وجوار التجويف الثالث)، اكبر نواة في هذه المجموعة هي المسماة (المتوسطة العليا) وهي قريبة من ظهر المهاد، ومتصلة بما دون القشرة اذ تتسلم أوتارا من اللوزة وفلقة الصدغ، ومشاركة لأنها على اتصال مع جارتها في المهاد (نواة الوسط المركزي)، واعمالها تدل عليها.

توجد بعض احاسيس البدن والاحشاء فترسلها الى فلقة الجبين ويكتسب الحس عنصر الوعي، وهكذا يكون للنواة اثر في التعبير عن درجات مختلفة من الشعور، وتعديله. تأتيها الاحاسيس من جاراتها (نويات جانبية وصفيحية).

الصورة رقم 70 المهاد من خلف



1 ـ الحزمة الوسطى Stria Medullaris في الحاجز والمهاد وما تحته والشاحب. تمتد نزولا باتجاه الغدة الصنوبرية،

2 ـ الحزمة النهائية Stria Terminalis اعصاب صادرة من اللوزة، تقع على سطح المهاد عند ملتقاه بالمذنبة، وتفرق ما بين نويات الوسادة وجسم المذنبة.

3 ـ الصفيحة المعلّقة Lamina Affixia جزء من ارض التجويف الجانبي. غور ضيق من غشاء ناعم لجوانب السطح المتوسط، وحرفه هو الحزام الدموي.

4 ـ الحزام الدموي Tenia Choroidea سقف التجويف الثالث، ما بين الحزمة الوسطى ونواة المثلث في المهاد Habenula. هنا حد التجويف الجانبي.

المذنبة تجاور المهاد الجانبي فيكونان جزءا من ارض التجويف الجانبي. الحزمة تفرق بين سطحي المهاد المتوسط والجانبي.

الجراحة النفسية (قطع جزئي لمقدمة الفلقة في الجبين) تدل على ان للنواة اثراً في توليد نبضات لها صبغة عاطفية شخصية. لذلك يختلف الشعور بالحس الواحد بين شخصين فيكون للنواة شأن في تكوين الخبرات العاطفية ونمو الشخصية.

الجراحة المذكورة أو تقرحات في النواة المتوسطة تعدل رد فعل المصاب لاوجاع مزمنة فتخففها، لكنها لا تزول.

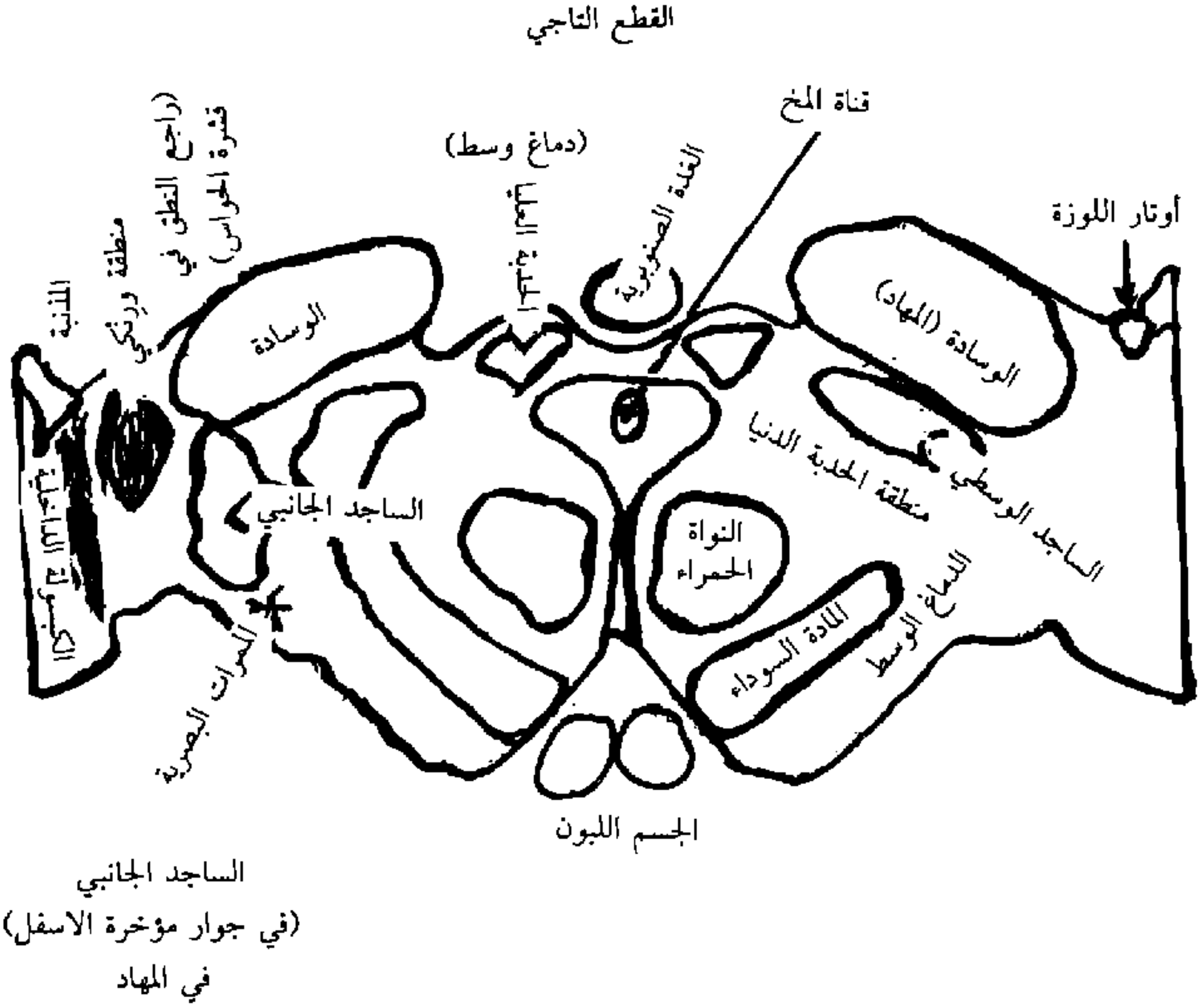
تشريح المهاد على محاور مختلفة

مهما نقلّب المهاد على سطوحه الظاهرة فإننا لن نعرف مقر نوياته وتركيب نسجه الداخلي الا بتشريح دقيق لكتلته على محاور مختلفة. ثم يعالج العلماء هذه الشرحات الرقيقة بالصبغ والمجاهر المختلفة لتحديد مناطق الخلايا. أوجز للقارىء بعض هذه التشريحات.

تذكرة:

استنادا الى المحاور المذكورة في أول الكتاب أذكّر القارىء بجهات المهاد أو مقر بعض نواياته: أعلى، سطح، ظهر Dorasl. أسفل، قعر، ، بطن Ventral. خلف، مؤخرة، ذنب Posterior نواة متوسطة عليا Dorsal Medial Nucleus (Dorsomedial). نواة خلف الأسفل أو مؤخرة الأسفل Ventral Posterior Nucleus. الجزء الجانبي من مؤخرة الأسفل Ventral Posterolateral. الجزء المتوسط من مؤخرة الأسفل .Ventral Posteromedial

الصورة رقم ٦١ تشريح الدماغ الوسط والمتوسط



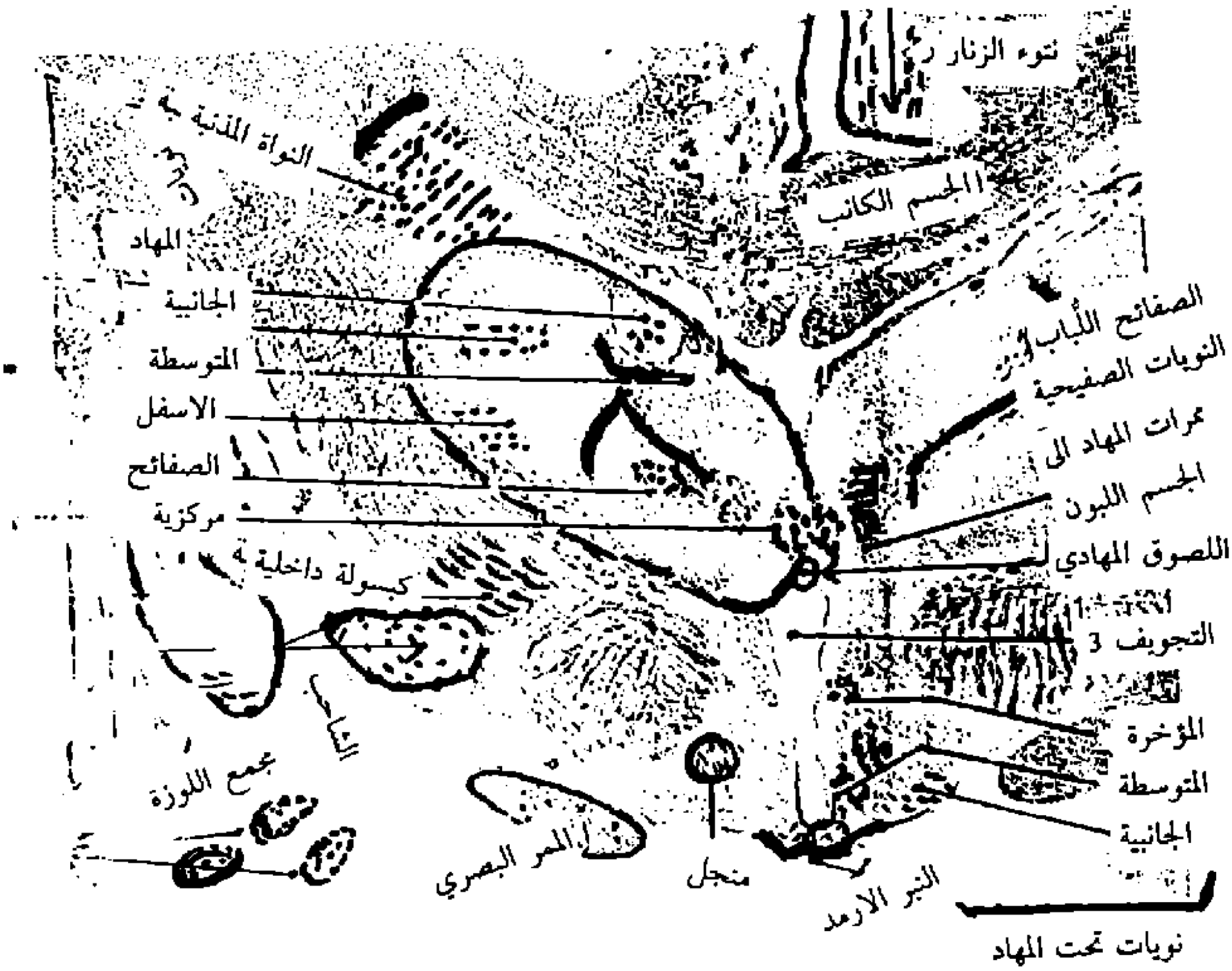
شرحة في عمق الدماغ مقطوعة قطعا تاجيا (امام: خلف) خلال اعلى الدماغ الوسط عند التقائه بمؤخرة المهاد فتظهر العلاقة بين اجزاء الدماغ الوسط واجزاء في مؤخرة المهاد، وتظهر الخلايا المتجاورة في الجزئين المذكورين في الدماغ. اشرت ايضا الى العقد الاساسية التي هي جزء من المخ. هذه صورة اصيلة بعد صبغ الشرحة بصبغة تعطي لونا اسود نتيجة الدهن الموجود في النسج.

الصورة رقم 72 قطع شبه تاجي من المقدمة

هذا القطع يقص المهاد والنواة العدسية الى ما هو امام وما هو خلف. الصورة الصغيرة هي قطع مركزي (شمال ويمين) لتدل القارىء الى محور القطع التاجي، الذي يمر في منطقة لصوق المهادين والنبر الارمد في تحت المهاد، فيقطع المهادين الى أمام وخلف، عندئذ نرى بطن المهاد وظهره. تفاصيل بعض مناطق النويات بعد صبغها تظهر في الصورة الكبيرة. الخلايا تظهر باللون الاحمر والاعصاب باللون البنفسجي في الصورة الاصلية.

محور القطع (الدائرة الصغيرة هي منطقة اللصوق)

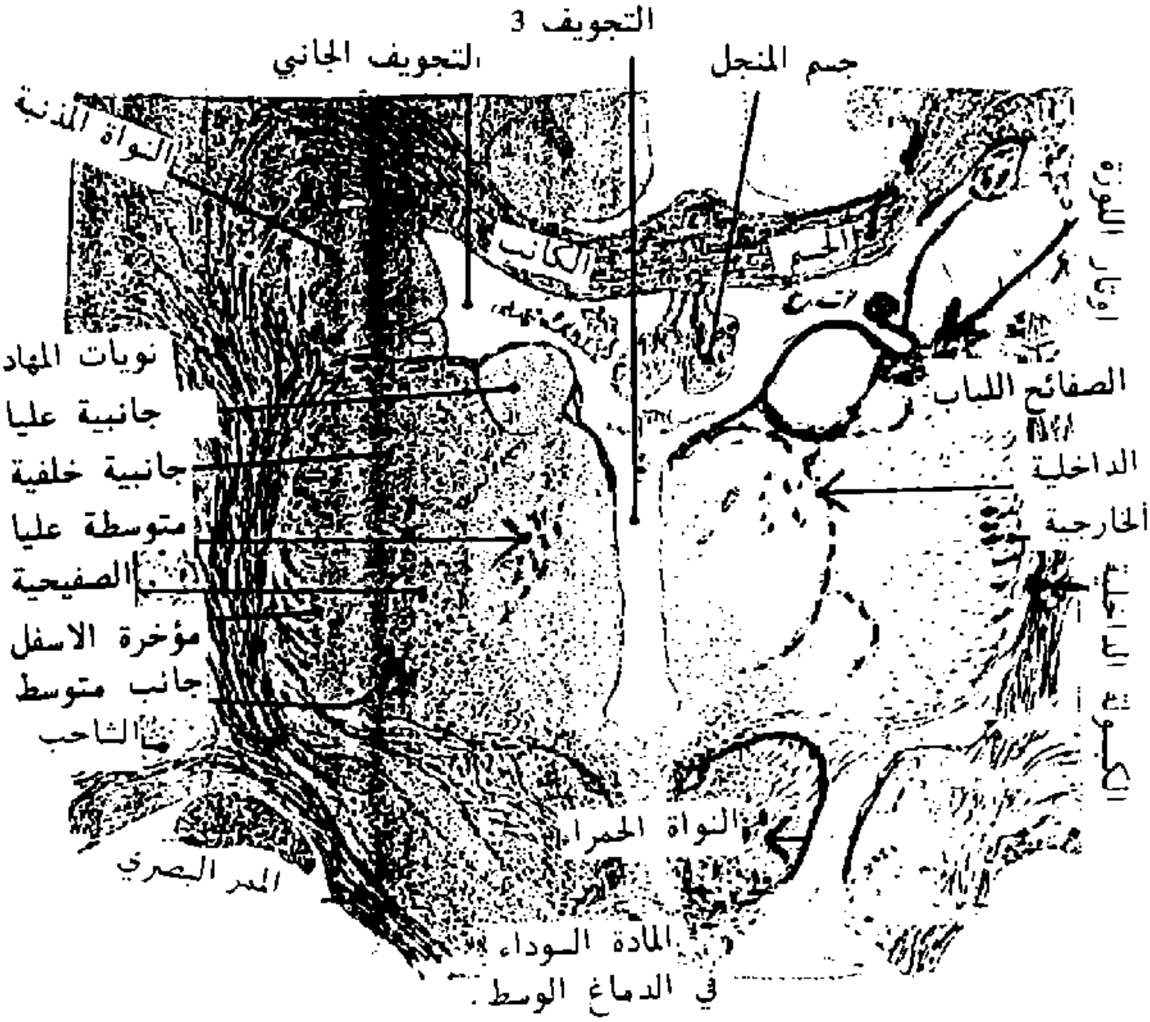
الصورة مكبرة 3 مرات.



الصورة رقم 73 قطع شبه تاجي رجوعا الى الوراء

المهاد الجانبي يجاور الكبسولة وهي تحد بينه وبين العدسية، ويجاور المذنبة رأسا وذنبا، وقسم منه ارض التجويف في الجوانب

محور القطع خلال الدماغين الوسط والمتوسط على مستوى النواة الحمراء (دماغ وسط) ومؤخرة المهاد.



نويات المهاد في الاسفل انظر الصورة 65

للحس عنصران: الشعور والتميز: توحيد العنصرين يقود الى ادراك الاشكال والاحجام، والملمس. التوحيد يقود الى الشعور بالحركة وتقدير مجالها ووجهتها وترتيبها اذا اقترنت بحركات تابعة أو سابقة، كما هو مبين ادناه.

نويات المنطقة السفلى: ممتدة من أول المهاد الى آخره، واكبر محطاته اطلاقا، ولها اتصال كثيف بقشرة الحس الخاص (حواس). في الفئة الامامية تنتهي الممرات الصاعدة من النخاع الشوكي فيكون لكل جزء حساس من الجسم خلايا ينتهي اليها. ثم ان حجم الجزء يتناسب مباشرة وغزارة الاوتار المنتهية في المهاد.

كل خلية تتميز بوظيفة محددة لنوع الحس، وخلية اخرى لمصدره. فتعرف مثلا ان تميز بين اللمس والضغط، وتعرف ان اللمس مثلا حصل في الرقبة لا في مكان آخر. مراكز الجذع والاطراف هنا، اما الوجه فله مراكز اخرى.

الخلايا هنا تميز ارتخاء العضلات وتقلصها. اذا تحركت عضلة ولو في مفصل الخنصر لشعرت بالحركة، هذه الخلايا لا تهتم بالحركة نفسه بل «تشعر» بها، والى اين كانت الحركة موجهة.

ترسل النويات معلومات الحس الى القشرة الحسية الثانوية فتقوم بالوظائف المذكورة الاّ لا أنها تستطيع تمييز النموذج الحسي (تمييز لمس اليد باليد أو لمسها للخشبة مثلا).

وتهتم بمعلومات التوازن الحركي القادمة من الاذن، فترسلها الى منطقة رقم 5 المجاورة للقشرة الحسية في فلقة الهامة فتعطيك الشعور الواعي للتوازن الحركي، وهذا ما يجعلك تسير بثبات، ويختل هذا التوازن اذا قُطعت أوتار النويات هذه مع الاذن. صحيحٌ أن المخيخ يضبط التوازن الحركي فتستطيع ان تسير وانت نائم (توازن من غير وعي) اما ان تشعر وتعي التوازن فهما من عمل المهاد والقشرة.

تلف بعض النويات من فئة المؤخرة يخل بالحس العام لاتصالها بالقشرة الحسية الاولى في المخ، ويخل بالتذوق. تذهب أوتارها الرئيسية الى منطقتي 3,1

في القشرة الحسية الاولى مع فرع من كليهما الى المنطقة 2 من القشرة. اكثر الاوتار الواردة الى (2) هي للحس العميق اما (3) فللسطح (جلد) و(1) خليط منها.

اما نويات في جوانب الاسفل فإنها تتسلم أوتارا غزيرة من مناطق القشرة الحركية (رقم 4 و6) بعد ان تكون قد اتصلت بها أولاً.

والممرات الحركية كثيرة ومستقلة فتتحرك عضلات في الوجه والساق والذراع والجذع، كل مستقل عن غيره. وتتسلم هذه قرارات المخيخ والعقد الاساسية للحركة وترسلها الى القشرة الحركية ايضا حيث يتم التنسيق النهائي بين المخ والمخيخ، خلل هذه النواة يسبب اضطرابا في ادق حركات الجسم.

الباب الثامن عشر

ما تحت المهاد Hypothalamus

موقعه ونوياته:

جزء جليل من الدماغ المتوسط، طوله سنتمتر من مقدمته الى مؤخرته، وزنه 4 غرام في الراشد.

يقع تحت «المهاد» ولهذا سمي (ما تحت المهاد).

تكون كتلته الجدارين الاسفل والجانبي للتجويف الثالث، فتمتد منطقته من التقاطع البصري، رجوعا لتضم الجسم اللبون.

الحدود الظاهرة عيانا من السطح الاسفل للدماغ هي:

التقاطع البصري، القُمع (انبوب تتعلق به الغدة النخامية) النبر الارمد (كتلة رمادية منتفخة أو مرتفعة يتدلى منها القمع) والجسمان اللبونان. عند النبر يصل المهاد الى منتهى عرضه. وفي هذه المنطقة تمر أوتار المنجل التي تحدد مناطق النويات.

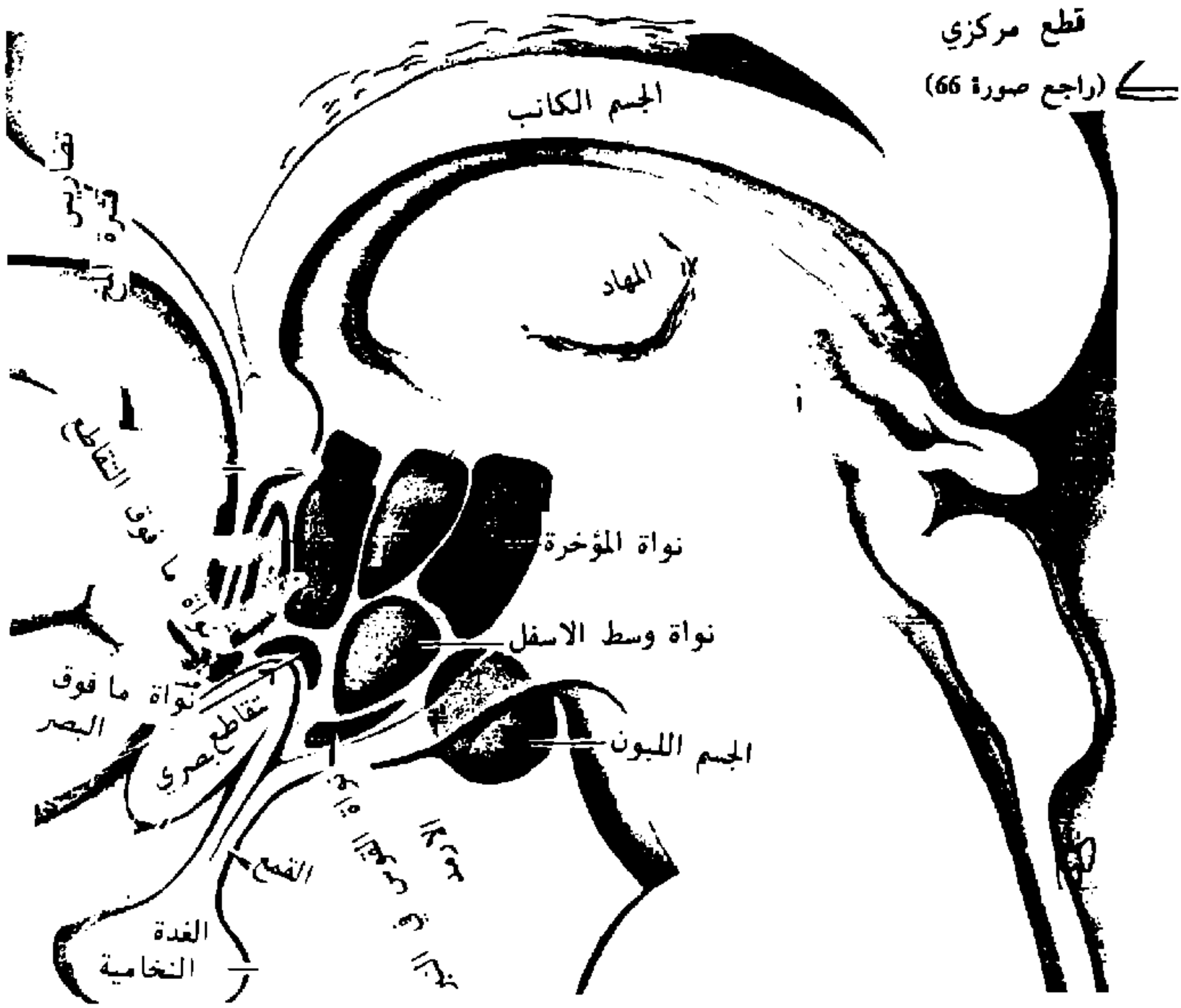
اسهل تقسيم لنويات ما تحت المهاد هو:

المجموعة المتوسطة والمجموعة الجانبية. أوتار المنجل المنتهية في الجسم اللبون تفصل ما بين المجموعتين.

اما الامتداد من المقدمة الى المؤخرة فيقسم الى:

1 ـ منطقة ما فوق الممر البصري، وهي على ظهر التقاطع البصري، فتكون في المقدمة. فيها نويات كبيرة تفرز هرمونات فتكون شريكة الغدة النخامية.

الصورة رقم 74 رسم تمثيلي لموقع ما تحت المهاد



القطع المركزي للدماغ يكشف وسط الدماغ ويفصل منطقتي ما تحت المهاد الى قسم جانبي (غير ظاهر) وقسم وسطي مبين في الصورة. ولقد اشرت الى بعض العقد الوسطية.

في عقد الجوانب والمقدمة مراكز تستجيب لارتفاع الحرارة، وغيرها تستجيب لانخفاضها. تقرح العقد يفقد المصاب ميزان حرارته. العقد الوسطية المبينة أعلاه: عقدة ما فوق البصر (الممر البصري) تضبط ميزان الماء في الجسم. اذا زادت ملوحة الجسم نتيجة الدَّر المسرف تقوم هذه العقدة بفرز هرمون يمنع التبول.

اثارة عقدة وسطح السطح جوانب أو تحت المهاد واللوزة تسبب سورة الغضب الوهمي (تخاف ولا حولك ما يخيف) العقد تتناقض احيانا في اعمالها، فتكفل التوازن. بينما الإثارة المذكورة تسبب السورة نجد ان تدمير «عقدة وسط الاسفل» ونويات الحاجز (من جهاز الإِرب) يفعل الشيء ذاته.

2 ـ منطقة النبر: في وسط «ما تحت المهاد»، وهي اسفله ايضا، نوياتها تضم تلك في النبر والقمع، وتقرحها يسبب سورة الغضب الوهمي وغيره من انفعال، وتمتد صعودا الى جانب جدار التجويف الثالث. (نواة القوس من أهم مجموعاتها).

3 ـ المنطقة اللبونة: في المؤخرة. تجمعات من نويات لها اتصالات عصبية بالمنجل وبالمهاد.

يضيف بعض العلماء نويات (ما قبل البصر). تعمل في ضبط عمليات الاحشاء وتنظيم الحرارة.

بعض اعماله:

يصنع ويفرز الهرمونات ويصب بعضها في الغدة النخامية (سيدة الجهاز الهرموني). تحت المهاد خلايا عصبية وهرمونية، فيكون الجسر الواصل بين اعظم جهازين في الانسان. كلاهما ينسقان ويوحدان ويضبطان اعمال البدن كله. وفيه مركز التقلبات الايقاعية كتغير مستوى هرمون ما خلال دورة النهار والليل.

هو منظم عمليات الاحشاء والغدد الصُمّ والتفاعلات الكيماوية، كما يضبط عمليات النوم وشؤون العاطفة.

في نوياته مراكز تضبط الشهية من اكل وشرب وتناسل، وفيه مراكز تدفع الى الهجوم أو الدفاع والهرب، ويحضك على حب الاستكشاف. تحت المهاد محور سلوك العاطفة. هو ميزان حساس لحرارة الجسم والجو، ومقياس لحجم السوائل في الجسم، والضغط. يفرز هرمونات تضبط البول وعضلات بيت الرحم حين الطلق خلال الولادة.

الباب التاسع عشر

البصر

Vision

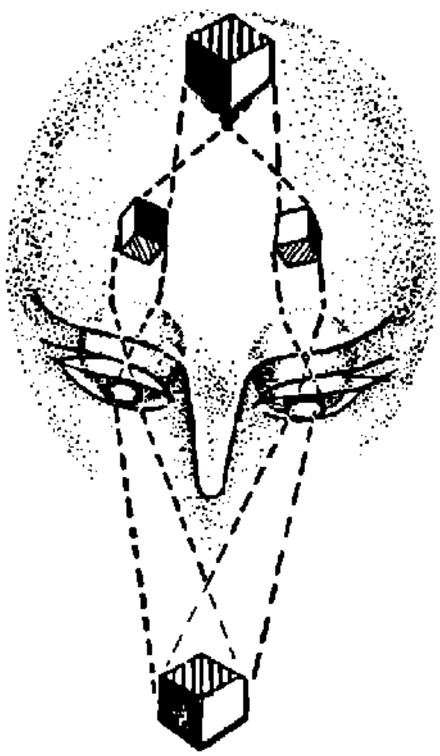
اهمية البصر

اذا فاقت الحيوانات الانسان بالشم والسمع فإن الانسان امتاز بتطور البصر واللمس. البصر واللمس انفع السبل الى المعرفة والمهارة اليدوية. بالشم يعرف الحيوان ان شيئاً ما حوله وبالسمع تزداد معرفته انما لن يحسم حتى يرى... الانسان يرى بحدة وبعمق وعلى مسافات بعيدة، وما لا يقدر عليه حيوان. الضوء اسرع واثبت شيء في الكون، فيكون ناقلا سريعا للمعلومات من على بعد. بالبصر يحدد الانسان المواقع الجوية أو الفضائية، وباللمس يميز الاشياء. ليس البصر واللمس سبيلي الانسان الى المعرفة فحسب بل هما المغريان الاكبران، فكم من نظرة زرعت شهوة وكم من لمسة أثارت فتنة، فجعلتا من اغراء العطور خرافة.

ارتقاء الدماغ والمهارة اليدوية، لا بل الانسان وسلوكه ارتهن كثيرا بتطور البصر. الانسان القديم الذي عاش بين الاشجار وعليها لم يكن ليبقى لو لم يتطور بصره فيرى بوضوح وعلى بعد ويميز الحركات بدقة. اليدان اللتان انعتقتا من حمل جسمه اخذتا تتلمسان وتمحصان، ترافقهما العينان ويتفاعل معها الدماغ الى ان صار الانسان بأدواته ما صار. فلا نعجب ان الامم كلها جعلت من البصر منتهى الادراك..، النبي ذو رؤية والحكيم ذو رأي وبصر وبصيرة، والعين سحرت وفتنت وقتلت. العين نافذة العقل والنيات كقوله تعالى: (والله يعلم خائنة الاعين...).

المهارة اليدوية، كالمهارة الفكرية، عنوان الانسانية، وما كانت لتتقدم لو لم يمهد لها تقدم الحس العام كاللمس، والحس الخاص كالبصر، ورافقهما تضخم المخ. البصر واللمس والمخ رفاق عمر طويل.

الصورة رقم 75 الرؤية في العمق



الصورتان من شبكتي العينين تصبحان في الدماغ صورة واحدة بمقاييسها الثلاثة (بصر العمق).
توازن العينين (في الامام بدلاً من الجانبين كالحيوانات) يمكّننا من الرؤية في العمق وتقدير المسافات والرؤية بوضوح من غير ان نشعر بالصورتين... لكن لا نستطيع رؤية ما وراءنا الا اذا تلفتنا. العين في الجانب تمكن صاحبها من رؤية ما وراءه من غير ان يدير رأسه... لكن لا مجال بصري مشترك بين العينين فتضعف القدرة على رؤية الاشياء البعيدة بوضوح وتقل رؤية العمق. اما الجوارح فإنها اكتسبت حدة البصر نتيجة تغيرات داخلية في الشبكة البصرية.

كان الدماغ الامام مشغولا بالشم والحركة أولا. ثم ظهرت خلايا عصبية لم تشغل بالشم ولا بالحركة، وتكاثرت الى ان اكتسحت مناطق الشم جاعلة منها دماغا باليا صغيرا، ولا نرى منه الا بصلتين لا شأن لهما في حس الانسان. الغزو المذكور قاد الى المخ العظيم في الانسان.

لا نحتاج صورا لندل على ان الحيوانات تختلف في قدراتها على الحركات الماهرة والمنسقة. كلما زادت مهارته نرى اتساعا في قشرة البصر من المخ، وتقدم الحركات الطوعية واللمس. الانسان وحده يستطيع استعمال اللمس لمعرفة الاشياء وقياسها. الانسان وحده يستطيع تحريك باهمه ليقابل به انامله الاخرى.

الشم قوي جدا في كائنات دنيا، وضعيف في الانسان، لكنها لم تكتسب اللمس المرهف ولا البصر الحاد، فلا تستطيع معرفة المحيط البعيد. تلمس الشيء وتقليبه باليد وانعام النظر فيه مهد الى الاستكشاف والتفكر (وتقلب الاراء!) بالحس البعيد والمرهف ينقل الانسان اهتمامه من حوله (الذات) الى حدود تتجاوز المادة. اما الذي بقي يستكشف بالشم فإنه لم يتجاوز حدود انفه!

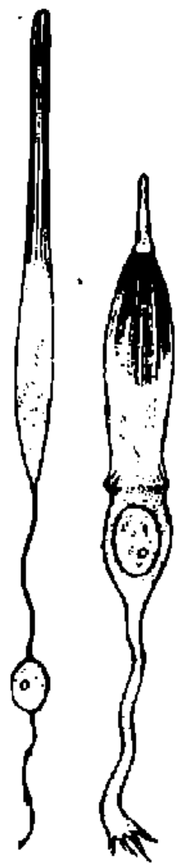
آليات البصر وخلاياه

اخترنا البصر لتفصيل بعض آلياته كمثلٍ على عمليات الحس.

ـ ان الشبكة البصرية من ارقى اللواقط واقربها الى المخ اصلاً.

ـ للعين عنصران كأي جهاز تصوير: أولهما العدسة والقرنية. وثانيهما الشبكة البصرية. القرنية والعدسة تعكسان الشعاع الضوئي، انما القرنية هي العاكس الاكبر (تعكس ثلثي الضوء). اما العدسة فإنها تعدل كمية الضوء وتركز الانعكاس لارتباطها بعضلات تزيد من تحدبها، وغير ذلك من حركات، فتكون العدسة للتركيز والتسديد على مسافات مختلفة لتظهر الصورة على الشبكة واضحة. ثم يتم تفسير الصورة الشبكية الى صورة مدركة. عملية التفسير تبدأ في الشبكة وتكتمل في قشرة القذل من المخ.

الصورة رقم 76 اللواقط البصرية



رسم تمثيلي للواقط الشبكة

المخروطة تساعدك على رؤية نقطتين متجاورتين أو خطين، اي انها تفرز وتفصّل وتميز المرئيات، بينما تتصف الاعمدة بحساسية عامة للضوء.

يمتد طول الموجات الضوئية من 200 (فوق البنفسجي) الى 1000 وحدة (دون الاحمر) لكن الانسان لا يرى الا ما بين 400 ـ 750، وهذا يسمى المجال المرئي للضوء. الوحدة القياسية لطول الموجات هي (نانوميتر) كل بليون (الف مليون) نانوميتر يساوي متر.

انواع الخلايا الحساسة للضوء في الجهاز البصري ست بحسب مواقعها واعمالها:

ثلاث منها في الشبكة البصرية: هذا امتياز للعين لم تحظ به بقية الحواس، اذ لها محطة واحدة فقط.

مركز حساس واحد في المهاد: الساجد الجانبي.

اثنان في القشرة: فلقة القذل من قشرة المخ.

تركيب الشبكة البصرية: نشأت الشبكة البصرية من الدماغ الامامي الذي انبثق منه المخ. وهكذا انفردت الشبكة بتلك النشأة من بين كل اعضاء الحواس.

مقدمة الشبكة غنية بخلايا حساسة للضوء، ثم هنالك خلايا تقوم بأعمال مختلفة.

الخلايا الضوئية نوعان (اعمدة ومخروطة) نسبة الى شكل كل منها (عمود، قمع).

1 ـ الاعمدة: عددها 125 مليون تقريبا. لا تستجيب الا لضوء خافت، فتساعد على الرؤية في الظلام. حساسيتها للضوء الخافت تفوق بكثير قدرتها على تميز تفاصل المرئيات.

2 ـ المخروطة: عددها 7 مليون تقريبا. لا تستجيب الا لضوء ساطع، فتساعد على وضوح الرؤية وتمييز التفاصيل. هي ايضا مقر الرؤية الملونة.

الالوان الاساسية هي: احمر، اخضر، ازرق. اما بقية الالوان فهي من صنع الدماغ. كل مخروط يستجيب لواحد من الالوان فقط.

في مؤخرة هذه الخلايا الضوئية توجد طبقة من الخلايا العاملة في تسجيل الصورة بتفاعلات كيماوية اساسها فيتامين (A). الضوء ينشط التفاعلات الضرورية للرؤية. اذن اللواقط البصرية هي حقا لواقط تعمل بقوة الطاقة الكيماوية، اما الضوء فهو العنصر الضروري لبدء هذه التفاعلات. تسمى الخلايا الكيماوية (خلايا الصبغة).

توجد في الاعمدة مادة بروتينية تسمى (البنفسج البصري) وهي غير موجودة في المخروطة التي لها قدرة (الحس الملوّن).

توزع الاعمدة والمخروطة: لا تتساوى اجزاء الشبكة في حساسيتها للضوء، اذ تتجمع اكثر المخروطة في وسط الشبكة، فيكون وضوح الرؤية شديدا. يسمى وسط الشبكة (البقعة الصفراء) بالنسبة الى الوانها (برتقالي أصفر) وتزداد صفرتها بعد الموت. سنرى ان للبقعة الصفراء حظوة كبيرة في المراكز البصرية العالية في المخ. التوجه من الوسط الى اطراف الشبكة يخفف وضوح الرؤية اربعين مرة. لكن اطراف الشبكة تمتاز بقوتها في الظلام، لأنها غنية بالاعمدة. عند الوسط ترق الشبكة الى سدس غلظها المعروف في اطرافها، وتظهر حفرة في مركز الوسط (حفيرة) حيث ترتفع كثافة المخروطة فيصل وضوح الرؤية الى الذروة.

ترتيب الخلايا في الشبكة: للاعمدة والمخروطة امتدادات (أوتار) تنقل ما تتسلمه من معلومات الى شعيرات خلايا ثنائية (لها وتران) هذه الخلايا ترسل ما عندها الى العقد. ثم ترسل العقد معلوماتها النهائية الى مراكز الدماغ. محاور العقد تتجمع في العصب البصري فالتقاطع البصري فالممرات البصرية لتنتهي في الساجد الجانبي (المهاد) ومن ثَمَّ الى قشرة القذل في المخ.

يقدر العلماء ان أوتار العصب البصري تبلغ 1,25 مليون تقريبا، واذا تذكرنا ان عدد الاعمدة والمخروطة يبلغ 140 مليون تقريبا، لادركنا ان كثيرا من الاعمدة والمخروطة تنصب على خلية واحدة. وبما ان العقد اقل من الخلايا الثنائية فإن كثيرا من هذه الخلايا ترسل معلومات الى عقدة واحدة (راجع الصورة 77).

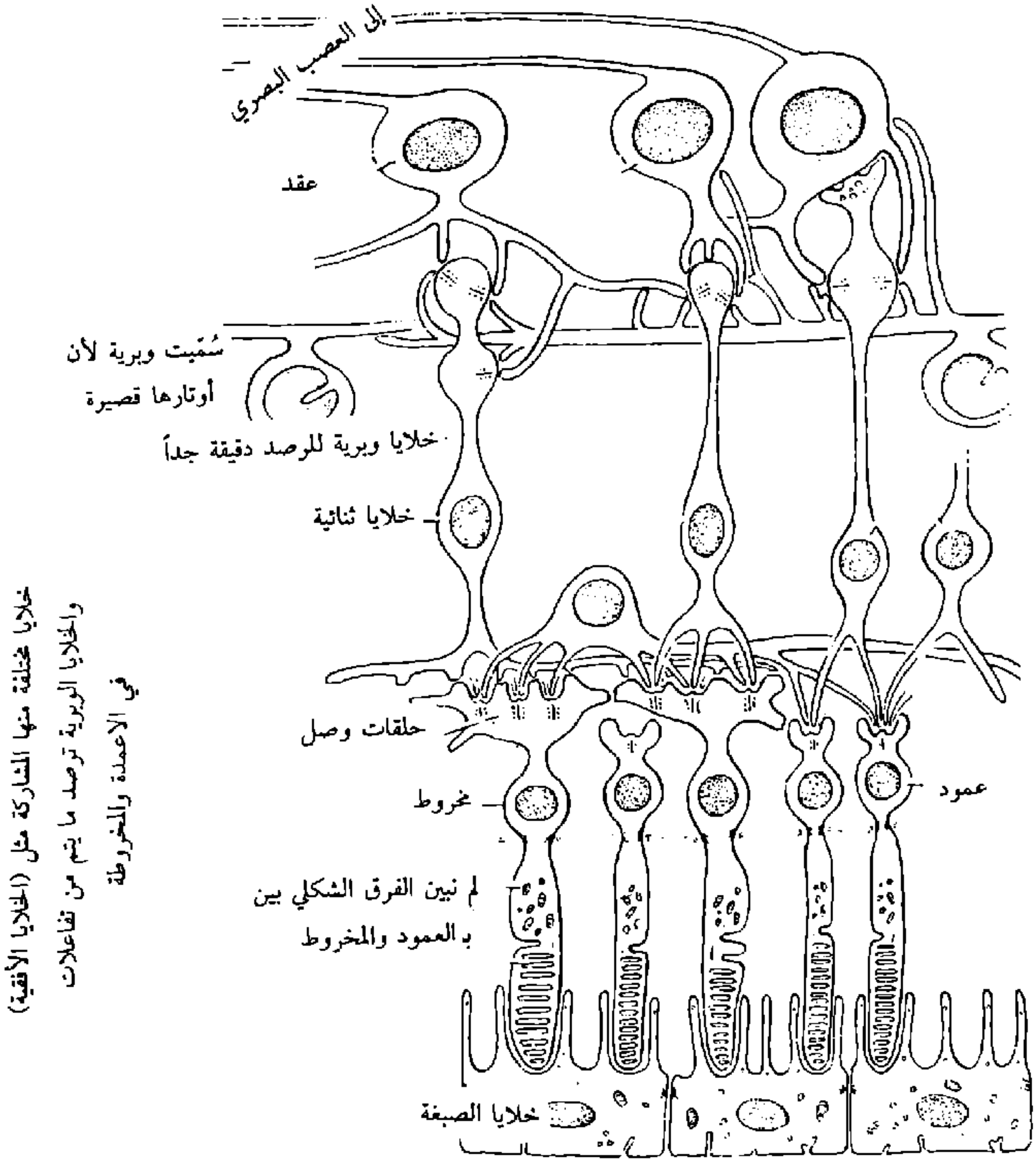
من غرائب الترتيب ان أوتار العقد (1,25 مليون وتر) المتجمعة لتخرج من الشبكة كعصب البصر، تكون حزمة غليظة ملتوية (كبكوبة) محشوة بين الشبكة والعدسة. وهذا يعني ان الضوء النافذ من العدسة لا يجد امامه طريقا خاليا ليصل الى الشبكة مباشرة. اذن يتبعثر اكثر الضوء الوارد الى الشبكة ويبقى له مجالا ضيقا يقطعه الى الشبكة. لكن ما يرد منه يفي بحاجة الخلايا.

ثم ان منطقة الشبكة التي يخرج منها العصب البصري في طريقه الى الدماغ لا تحس بالضوء لخلوها من الخلايا فلا رؤية فيها وتسمى «بقعة العمى»، انما

الانسان لا يشعر بها لأن العينين تعملان معا فتغطيان المجال البصري.

العصب البصري: لا يسد هذا العصب طريق الضوء في كل المخلوقات. والكائنات تختلف في توزيع خلاياها. للاخطبوط حدة النظر وعمقه لكن تركيب العين التلسكوبي لا يشبه عين الانسان اذ ان خطي التطور مختلفان. والجوارح كالعقاب والصقر مذهلة في حدة نظرها وتفوق الانسان، ذلك ان البقعة المركزية (الحفيرة) في الجوارح غنية باللواقط فتبلغ مليون ونصف بينما تبلغ في الانسان 200,000 لاقط فقط. ومما يزيد من وضوح الصورة الشبكية في الجوارح وجود شبكة أو مشط يغذي الشبكة بدم اضافي، ويبعد الظل عن الشبكة فتكون الحركات المرئية واضحة من بعيد. جوارح السماء ترى السمكة الصغيرة تحت الماء والفأر على الأرض. الرخم يرى فريسته على علو 1760 متر فينقض عليها.

الصورة رقم 77 رسم تمثيلي لتركيب خلايا الشبكة



كثير من الاعمدة والمخروطة تنصب على ثنائية واحدة. والخلايا الثنائية تتجمع أوتارها لتنصب عل العقد الرئيسية الثلاث الموجودة في الشكبة

هناك تميز في كثافة الاتصالات. الحفيرة مثلا تستأثر بالعقد الصغيرة فتكون المخروطة والثنائية والعقد الصغيرة متساوية عددا، وهذا يزيد من اهمية الحفيرة في الرؤية.

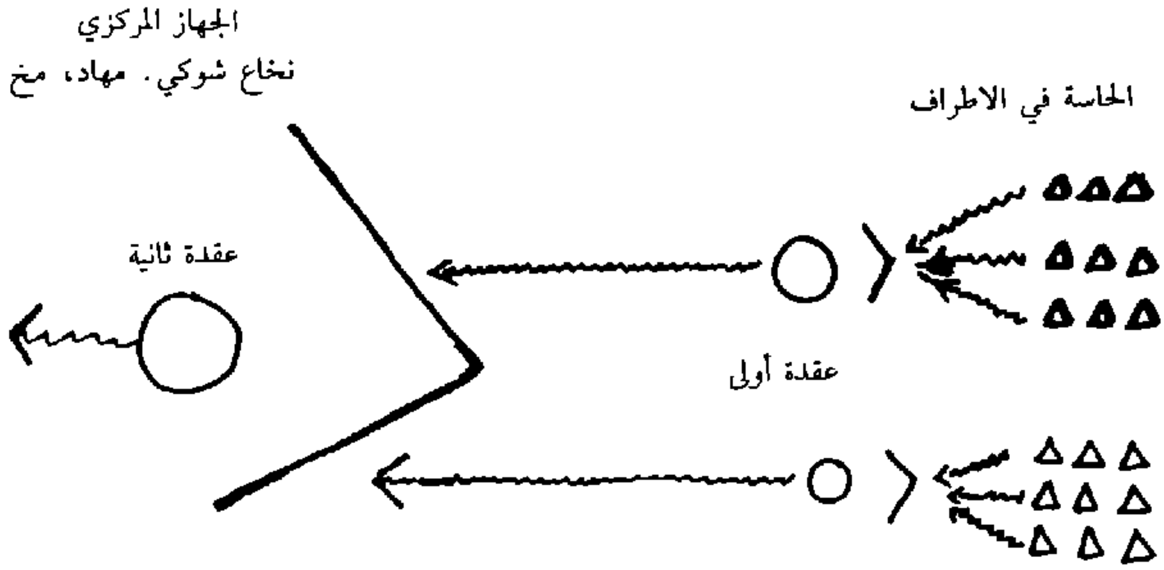
تعريف المجال اللاقط: (راجع الصورة 78)

اللواقط الحساسة لمنبه ما كثيرة وتزداد عددا ونوعا كلما تعقدت الحاسة (البصر مثلا). بديهي ان تجمع النبضات من اللواقط المتشابهة ضروري قبل أو خلال وصولها الى الدماغ. التجمع يتم تدريجيا بواسطة عقد (مجموعة من الخلايا العصبية) تعمل كمحطات بين الاطراف والجهاز العصبي المركزي. تختلف الحواس في عدد ونوع محطاتها وتوزيعها. اكثر الممرات الحسية تمر في محطات أو عقد النخاع الشوكي لكن منها ما لا يمر، **فالاوتار البصرية بعد خروجها من العين تخترق الدماغ** لتحط في المهاد ومنه الى القشرة.

المهم ان كل مجموعة من اللواقط تستجيب للمنبه ذاته، فتثير عقدة معلومة تسمى المجال الحساس. لواقط اللون الواحد من الألوان الاساسية (احمر اخضر ازرق) تسمى مجال. ثم ان العقد تلتقي احيانا فيحصل تراكم أو خلط لمجالات مختلفة.

اكثر العقد تقع خارج الحواس أو خارج منطقة اللواقط وتنحصر في النخاع الشوكي وما اعلى. تشذ حاسة البصر ثانية. بينما تحظى الحواس بالعقدة الاولى فقط في منطقتها، فإن **الشبكة البصرية تتمتع بالعقد الثلاث الاول في نسجها، وللجهاز المركزي** عدد مساو. ولا ينسى القارىء ان الشبكة نشأت من أم الدماغ وهي قادرة على بعض التفسير للمنبهات.

الصورة رقم 78 المجالات اللاقطة



الرسم المرفق يمثل سير النبضات وان كان غير دقيق أو شامل في التفاصيل.

1 و2 هما مجالان يلتقطان معلومات مختلفة لحاسة واحدة. مجال 1، مثلا، من لواقط البصر تلقط مرئيات في حقل افقي. اما لواقط (2) فهي لمرئيات في حقل عمودي. كل مجال يجمع معلوماته ويرسلها الى العقدة الاولى، للتوحيد والتقويم. ثم ترسل كل عقدة معلوماتها الى عقدة ثانية مشتركة بينهما، وهكذا نوحد بين رؤية الارتفاع والعرض أو الطول معا.

الحواس تختلف في موقع عقدها. لكن لا بد من عقدة أولى في منطقة الحاسة، ثم ترتقي العقد عملا اذ تكون في الجهاز المركزي.

شكل المجالات الحساسة للضوء:

ذكرت ان المجال الحساس في خلية البصر هو تلك المنطقة في الشبكة أو غيرها، التي اذا وقع الضوء عليها سبب تغيرا في نشاط تلك الخلية. التغير في النشاط يعني إما زيادة (توقدا، تفجرا، اشتعالا) وإما نقصانا (كبتا، كبحا، خُبوًّا، جمودا) في النشاط الاساسي الذي كان قبل وقوع الضوء على المنطقة الحساسة في الخلية.

المجال في الشبكة البصرية مثلا هو مجموعة اللواقط من اعمدة ومخروطة وغيرها من خلايا تؤثر في العقد البصرية في الشبكة، وهذا معنى المجال للحواس عامة كما عرّفته قبل قليل.

اشكال المجالات تختلف بحسب مواقعها في الجهاز البصري. يهمنا الان شكل المجال الذي يثير العقد.

المجال الشبكي دائري: دائري لكن مختلف في محيط الدوائر. ثم ان المجالات الدائرية على نوعين: (راجع الصورة 79)

1 ـ مجالات بمركز قادح (يثير التوقد).

2 ـ مجالات بمركز كابح (يثير الخبو).

القادح يزيد من نشاط العقدة والكابح يخفف من نشاطها.

راجع الصورة على الصفحة التالية.

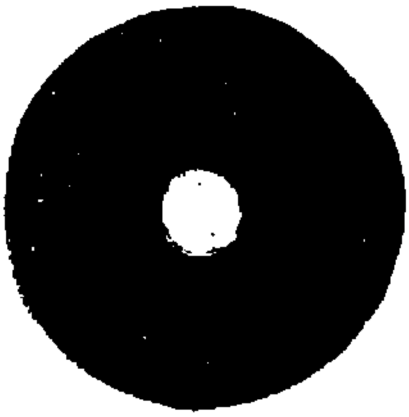
المجال الدائري يأخذ مدارا حلزوني الشكل، اذ تلتف خلايا المجال في دوائر تصغر تدرجا، وتضيق حتى تنتهي الى مركزها مثل نقطة صغيرة.

المركز هو للاستجابة سواء انفجر النشاط ام خبا. لذلك انارة الشبكة بضوء مبعثر لا يثير العقد كما يثيرها (أو يكبتها) ضوء يقع مثل نقطة على مركز التوقد أو مركز الكبت. والنور القوي لا يسبب استجابة مميزة لأن النور يغطي كل المجالات، فيطمس التفاصيل الدقيقة التي لا تظهر الا اذا اختلفت قوة التفجر من مركز الى مركز. اذن انارة الشبكة بقوة في منطقة يرافقها انارة خفيفة في منطقة

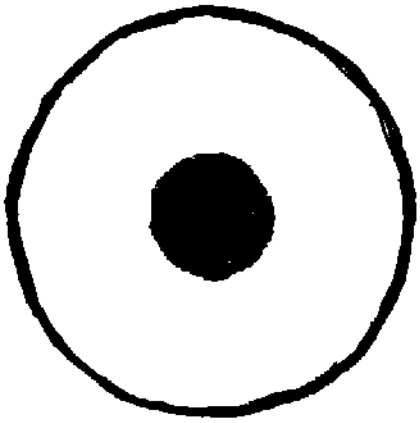
مجاورة تجعلنا نرى الفروق في اجزاء النموذج فنعرف تفاصيله بدقة.

المراكز المتناقضة (توقد وكبت) تكفل للإنسان ما يمتاز به من وضوح الرؤية، أو التمييز حتى في ضوء خافت جدا، ويُسّهل ايضا خلق النماذج المختلفة في تفاصيلها، ولا سيما حين تقترن المجالات الدائرية بمجالات مستقيمة كما في عقد القشرة البصرية، والتي سأشرحها بعد قليل.

الصورة رقم 79 رسم تمثيلي للمجال الدائري في عقد الشبكة وخلايا الساجد



مجال بمركز قادح: اذا وقع الضوء على الدائرة البيضاء (المركز القادح) ارتفع النشاط الى ذروته. كلما سقط الضوء على المنطقة السوداء المحيطة بالمركز خف التوقد. الدائرة البيضاء أو السوداء هي خلايا مصطفة حلزونيا. خلايا المركز تجعلك ترى، وخلايا المحيط تعتم الرؤية.



مجال بمركز كابح: هو الضد للأول: اذا انحصر الضوء في الدائرة السوداء لا يشتد النشاط، كلما سقط الضوء على المنطقة البيضاء المحيطة بالمركز اشتد النشاط. خلايا المركز تجعلك لا تبصر (ظلام) وخلايا المحيط تجعلك تبصر (نور)، وهكذا بين نشاط متدرج بين الخلايا جميعا ترى النماذج وحدودها التي تنجلي باختلاف قوة الانارة أو نوعها. ظاهرة المراكز المتناقضة في عملها تفسر ايضا فساد النور الباهر للرؤية.

تفسير المرئيات: يتم تفسير جزئي للمرئيات في عقد الشبكة ثم يكتمل التفسير صعودا الى قشرة القذل في المخ. تنفرد الشبكة، من بين كل اللواقط الحسية، بقدرة التفسير لأنها نشأت كالمخ من الدماغ الاول (الامام). لذلك تستطيع الكائنات ادراك بعض المرئيات بعد ازالة المخ فترى الفرق بين الضوء الساطع والخافت، وتدرك الرؤية في العمق. تحظى الشبكة بثلاث محطات (عقد) من مجموع المحطات البصرية (ست محطات). في هذه المحطات يتم الربط بين معلومات مبعثرة ليدرك المخلوق بعض معاني المرئيات.

بعد الشبكة تكمل المعلومات مسيرتها نحو المخ فتحط في محطة بصرية (الساجد الجانبي) في كل من المهادين.

التقاطع البصري: بعد خروج العصب البصري من كل عين، وتقاطع العصبين في الدماغ (التقاطع البصري) نسمي الاعصاب ممرات، وهما اثنان.

يحمل كل ممر، بالتساوي، نصف اعصاب العين اليمنى ونصف اعصاب الشمال، فيكون الممر الواحد بعد التقاطع ممثلا للعينين معا.

اذن توحيد التفسير للمرئيات يتم في الدماغ بدءاً بالمحطة المهادية (نويات الساجدين الجانبيين)!

محطة الساجد الجانبي: الخلايا البصرية في عقد الساجد مرتبة في ست طيات، تقع بين الاسفل، وسطح الجوانب في مؤخرة المهاد. الاوتار من العينين معا تذهب الى كل من الساجدين مناصفة. لكن أوتار كل عين تتفرع الى ثلاثة فروع، فتتناوب العينان في اتصالها بطيات الساجد الست. وهكذا تكون العينان كلاهما ممثلتان في كل واحد من الساجدين من غير تحيز الى يمين وشمال. مجالات الساجد الحساسة هي كتلك في الشبكة، لكنها اكثر تخصصا من مجالات الشبكة لأنها تستجيب لفروق في الإِضاءة اكثر من استجابتها لوجود الضوء أو عدمه على الشبكة.

القشرة البصرية: القشرة مقسومة الى اعمدة واضحة من الخلايا تكون طبقات على طبقات، فتبدو محززة أو مثلمة للعين المجردة، وتسمى (القشرة المثلمة).

تمتد الاعمدة من سطح القشرة الى جوف المخ في المادة البيضاء.

بديهي ان يكون تركيب القشرة اعقد من ذلك للساجد أو للشبكة، اذ هنا يكتمل الادراك. خلايا القشرة تقتسم الاهتمام بالمحطات البصرية، فتنشغل مجموعة معينة باجزاء محددة من الشبكة أو الساجد.

مجالاتها: مما يزيد في تعقد القشرة كون مجالاتها الحساسة مختلفة شكلا وعملا عما دونها.

(الصورة 80 ـ 82).

خلايا القشرة مجالات مستقيمة لا دائرية. شق دقيق من الضوء (مستطيل) يثير العقد أو يكبتها. اذن تستجيب العقد لاعمدة داكنة على ارض (خلفية) مضيئة، أو تستجيب لخطوط مستقيمة فاصلة ما بين مناطق مختلفة في قوة انارتها.

ثم ان خلايا القشرة لا تستجيب لاي خط مستقيم، بل لكل خلية أو مجال محور بزاوية معلومة. بعض الخلايا، مثلا، تستجيب اذا وقع الضوء عليها عموديا، وغيرها تستجيب لشعاع يأتيها مائلا على زاوية معلومة.

للخلايا في العمود الواحد محور بتوجه واحد. اذن تختلف خلايا الاعمدة في وجهة انحراف محاورها الحساسة للضوء الواقع عليها.

مراكز الرؤية الملونة: لا يعرف العلماء تفاصيل الخلايا التي تدرك الالوان في القشرة. الاحمر (موجة ضوئية طويلة) والاخضر (موجة متوسطة) والازرق (موجة قصيرة) هي الالوان الاساسية لشبكة البصر، اما بقية الالوان فهي مصنوعة بالتحليل الذهني.

لا يعتمد اللون المدرَك للشيء على ما يعكسه من الوان فحسب، بل على الوان الاشياء المحيطة ايضا. الشيء الاحمر على ارض بيضاء يبدو اقل حمرة من الشيء نفسه على ارض خضراء. القوانين الفيزيائية تثبت ان اللون يبدو خالصا جميلا اذا كان محاطا بالوان من موجات الضد. الاحمر (موجة طويلة) يُحسِّنه محيط اخضر أو ازرق (والضدّ يُظهر حسنه الضد!).

اكتشف العلماء ان خلايا القشرة البصرية، الواقعة في الطبقة الرابعة من

طبقات القشرة، تعمل بحسب «مبدأ الزوجين الضدين» (الصورة رقم 83).

مركز هذه الخلية يتأثر باللونين النقيضين (اخضر خ واحمر ح)، ولا يستجيب لأي لون آخر. المركز يتوقد نشاطا اذا وقعت عليه بقعة خضراء، وينكبت اذا اصابه اللون الاحمر. اذن المركز قادح بالاخضر وكابح بالاحمر. اما المحيط فيتوقد بالاحمر وينكبت بالاخضر. لذلك يتم التوافق الخالص في رؤية بقعة خضراء محاطة بأرض حمراء. اما اذا كانت البقعة حمراء على ارض خضراء فإن هذه الخلايا لا تستجيب.

خلايا القشرة البصرية بسيطة ومعقدة:

يهمنا من خلايا القشرة البصرية صنفان (الخلايا البسيطة والخلايا المعقدة).

1 ـ البسيطة: لها صفات الاستجابة وشكل مجالاتها بالمركزين المتناقضين كما مبين في الصور. نستطيع، اذن، تصنيفها الى خلايا بمراكز قادحة أو كابحة.

الخلايا البسيطة من ذوات المحور الاحادي تتجمع بحسب عملها لتتصل بخلية معقدة واحدة، فتقوم شبكة كثيفة تربط بينها جميعا.

2 ـ المعقدة: تنصب عليها محاور الخلايا البسيطة ومجالها كالبسيطة، اذ تستجيب لخطوط مستقيمة، أو عمودية من الضوء، أو لحروف الاشياء المضاءة. لكن الفروق بينها وبين البسيطة كثيرة وتارة غير معروفة.

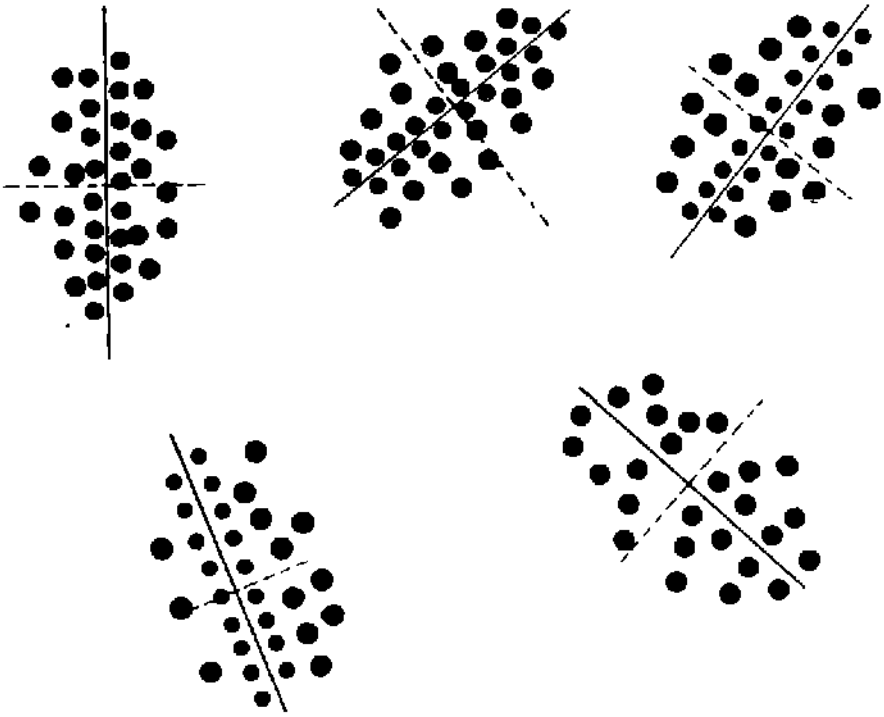
صحيح ان للمعقدة مجالات كالبسيطة، لكن يصعب تصنيفها أو ترتيبها بحسب المراكز المتناقضة. فلا نجد شكلا معينا يحصر المجال بمركز قادح أو كابح.

ثم ان الخلايا المعقدة تتوقد بلا انقطاع ما دام شعاع الضوء يتحرك على شبكة العين باتجاه لا يحيد محوره عن محور الخلايا المتوقدة. لكن التوقد يخف اذا اتخذ الضوء نفسه محورا نقيضا. اي ان الخلية البسيطة تستجيب للمحور نفسه سواء أشرقا اتجه أم غربا، ما دامت زاويته ثابتة، وهذا نقيض صفة الخلية المعقدة.

الصورة رقم 80 المجالات المستقيمة في القشرة البصرية

كلما اتسعت منطقة الاضاءة خف الحس بالضوء لأن التوسع سيقود الى تغطية المحيط الكابح فيخفف الحس.

التوسع يزيد الحس



المراكز القادحة تحيط بالكابحة، أو العكس، كما في مجالات الشبكة. قوة الاستجابة للضوء تعتمد على حدود المناطق المغطاة بالضوء.

اشرت الى المراكز القادحة بعلامة إكس (X)، والى المراكز الكابحة بدائرة سوداء (.). تتسلم هذه الخلايا معلوماتها من مجموعات نووية في الساجد الجانبي تقع مراكزها القادحة والكابحة على خطوط مستقيمة.

محاور المجالات الحساسة تختلف في توجهها لكنها خطوط مستقيمة. وجود محاور منحرفة على زوايا كثيرة يكفل عملها لتغطي مجتمعة مجالا دائريا، كعقرب ساعة يتحرك ليغطي الدائرة. وجود المحاور الثابتة، لكن بزوايا مختلفة، يعطي النتيجة نفسها. المهم ان حصر الضوء في خط التوقد يزيد من حسك به، والضد صحيح. لذلك الضوء الباهر الذي يغطي كل المجالات لا يجدي للرؤية.

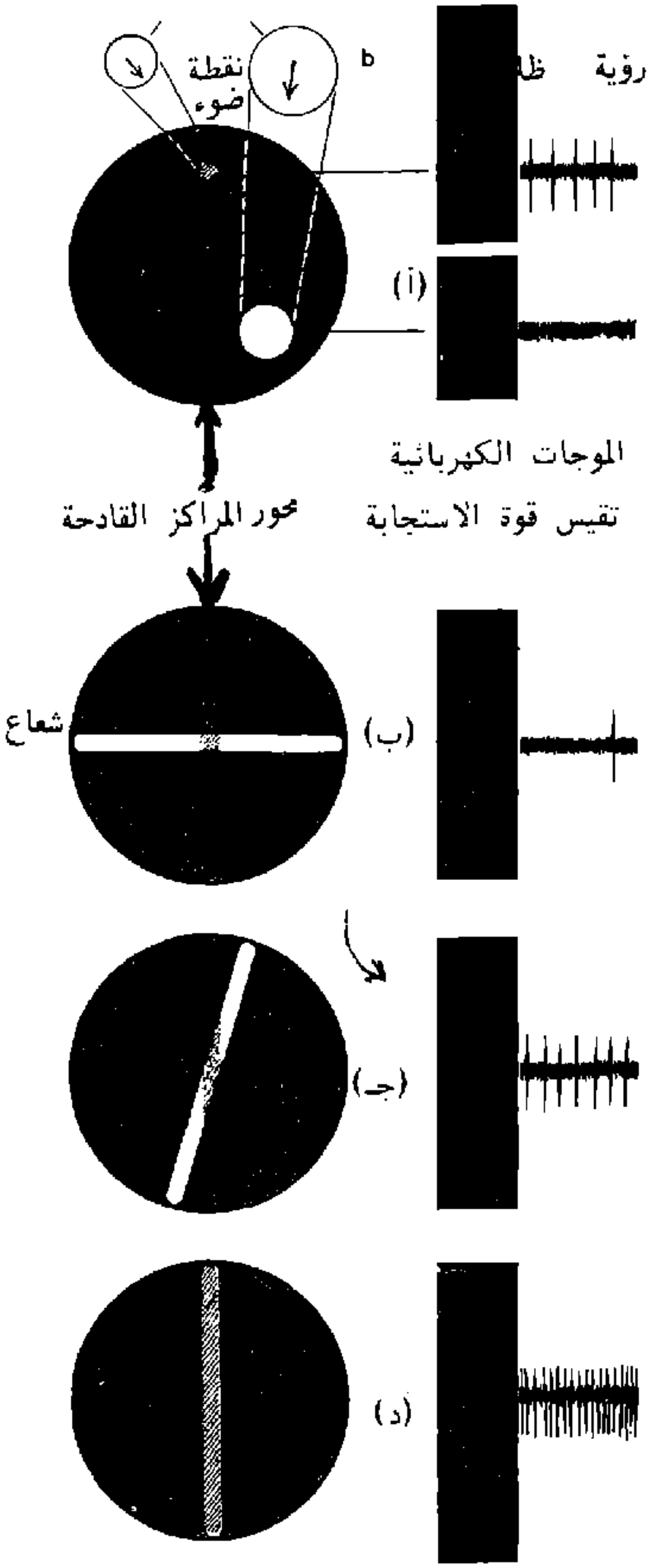
بالرغم من أن للخلايا البسيطة مناطق قادحة وكابحة مستقيمة ومتوازية كما في الصف الاعلى، الا ان تلك المناطق لا تكون دائما متوازية كما في الصف الادنى.

للعالمين هيوبل وويزل فضل في اكتشاف ظاهرة القدح والكبح. في عام 1981 نالا جائزة نوبل للطب أو للفيسيولوجيا، كما حازها معهما العالم سْبِري الذي راد ظاهرة التجانب في اعمال المخ.

هناك خلايا اخرى تعمل لألوان ثانية، كأن يتوقد المركز بالاحمر وينكبت بالاخضر.

المجال الحساس للخلايا الملونة في القشرة دائري مثل مجالات الشبكة.

الصورة رقم 81 رسم تمثيلي لأعمال الخلايا البسيطة في القشرة



أ ـ نقطة ضوء صغيرة تقع على المحور القادح العمودي لا تغطى كثيرا منه فيكون التوقد ضعيفا (1) النقطة الكبيرة تقع على المنطقة الكابحة فلا استجابة ابدا (2).

لو وقع الضوء الدائري على مجالات الشبكة لاختلف الامر. راجع الصورة 82

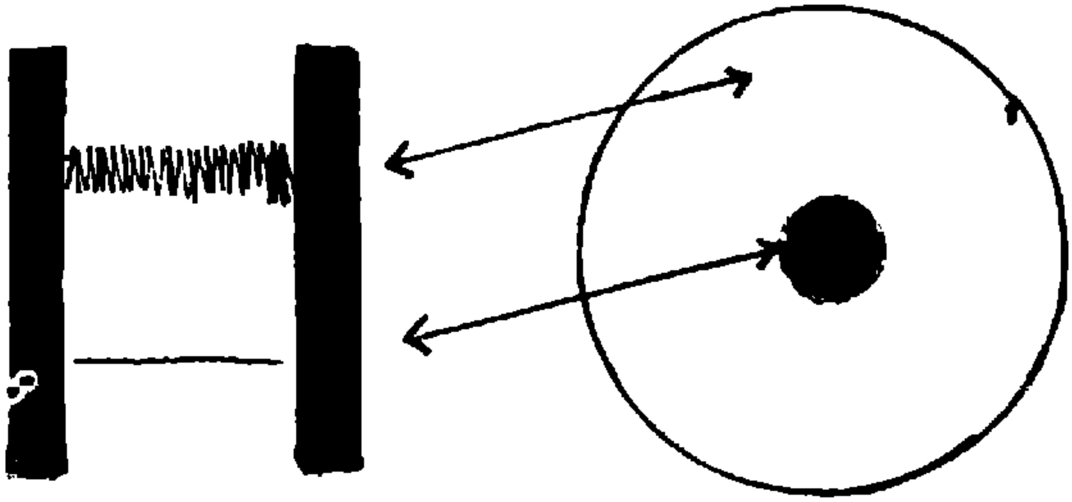
ب ـ شعاع مستقيم يقطع المحور القادح فلا يغطى منه كثيرا فتكون الاستجابة ضعيفة.

جـ ـ اذا حركنا الشعاع في وجهة السهم يغطي مساحة اكبر. فتشتد الاستجابة.

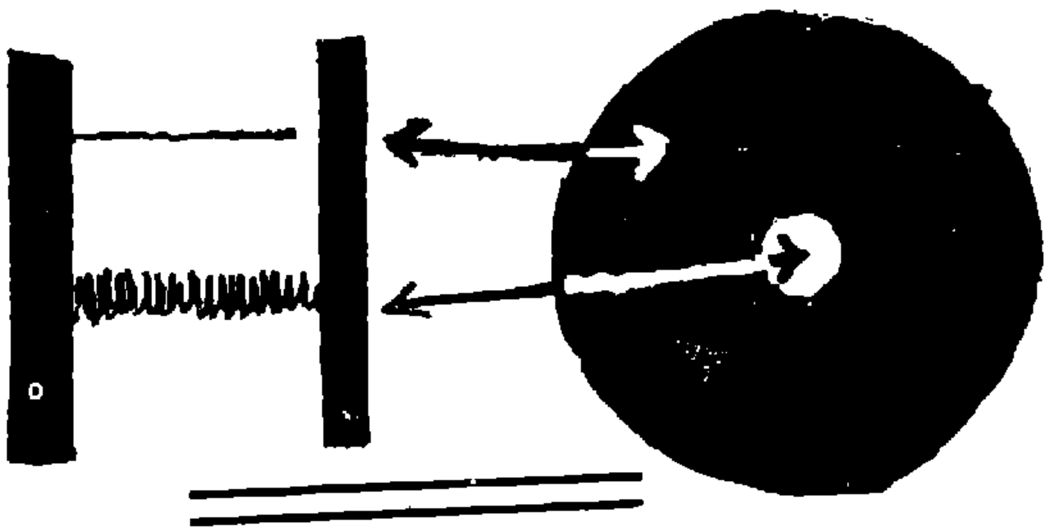
د ـ متابعة التحريك حتى يتطابق الشعاع والمحور يسبب توقدا شديدا، ورؤية واضحة.

المجال المستقيم للخلايا البسيطة بالمركز القادح العمودي هو كالمرسوم في الصورة السابقة (الاول من الشمال في الصف الاعلى).

الصورة رقم 82 رسم تمثيلي لأعمال خلايا الشبكة والساجد الجانبي

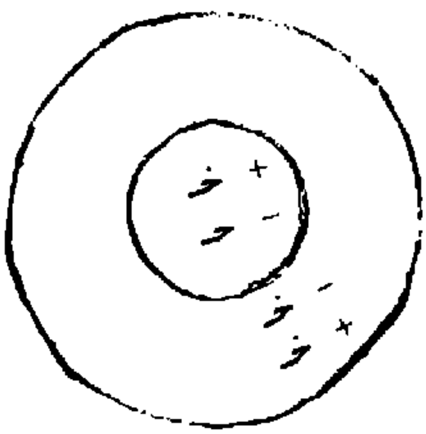


مثل الصورة 81



الصورة رقم 83

مجال القشرة الملون الدائري.



مجال القشرة
الملون دائري.

+ توقّد خـ اخضر

- كبت حـ احمر

راجع صفحة 221

الربط بين القشرة وما دونها

لا نعرف تفاصيل العمليات التي تيسّر الربط بين عقد في الشبكة والمهاد بمجال دائري، ومراكز القشرة الحساسة لمجال مستقيم.

المهم ان الضوء يحدث فرقا ظاهرا حين يقع على المجالين المذكورين. هذا التميز يسهل خلق النماذج، ذلك ان الضوء يسبب «اضاءة واطفاء» في وقت واحد وكأنك ترسم خطا ابيض على خلفية سوداء أو خطا اسود على خلفية بيضاء. وليس من الصعب ان يتصورالقارىء ان ترتيب المجالين يخلق نموذجا معيَّناً. اذا اصطفت المجالات طولا وتقاطعت على زوايا مختلفة احدث الضوء صورة خطوط مستقيمة انما تختلف في درجات انحرافها. ثم ان طول الخلايا المستجيبة سيكون بطول الضوء المعكوس، وعرض المنبه سيثير حدا معينا من المجال. اي المقاييس والزوايا في منبّه كالكرسي تُحدث استجابات مميزة تناسب قياسات المنبه المعكوس. اذن نستطيع ادراك الخطوط والزوايا نتيجة الترتيب الهندسي للمجالات، مهما تتكاثر عناصر النموذج من خطوط وزوايا، وعِوَجٍ واستواء.

اهمية الخبرة: والادلة تثبت ان خبرة بصرية مكبرة (رؤية الاطفال للصور والنماذج الكثيرة) تغير اتجاهات الوحدات البصرية في القشرة. قطط كبرت في محيط مصنوع لم تر فيه مثلا الا خطوطا عمودية فقدت قدرتها على ادراك نماذج فيها خطوط منحرفة مما يدل على ان مجالات القشرة ثبتت على استجابة للخطوط العمودية فقط.

اما قطط نمت في محيط ليس فيه الا خطوط عمودية أو افقية بلونين (ابيض اسود) عجزت عن تقدير صحيح للمسافات وبدت حركات الرأس غير منسقة، وغلب علي تصرفاتها ما يصيب مخلوق شبه أعمى أو ببصر ضعيف ـ ماذا حدث للوحدات المتوجهة الى ادراك العناصر الفضائية العادية؟ الخلايا لا تضمحل لكن تفقد تميزها فتعمل بحسب ما اعتادته من الصغر (راجع كتاب الاسس البيوليوجية لسلوك الانسان).

تعريف الحقل البصري الخارجي:

نحصر مصطلح (الحقل) للمحيط الذي ترعاه العين، و(المجال) للشبكة، ونقسم الشبكة الى صدغية وانفية بحسب قربها من ذلك الجزء.

حين تجول عينك لتلتقط المرئيات في المحيط تقع صور الاشياء على الشبكة بترتيب معلوم، وبحسب موقع الاشياء في المحيط الخارجي.

حقل الرؤية أو البصر مقسوم الى اربعة اقسام لأن الشبكة مقسومة كذلك بحسب ما يقع عليها من صور. المحور الاول يقسم الحقل نصفين (يمين وشمال)، والمحور الثاني يقسم الحقل افقيا الى ما هو اعلى وما هو ادنى.

اذن الحقل اربعة اقسام (الربع اليمين الاعلى والربع اليمين الادنى، والربعين الشماليين: الاعلى والادنى).

لربما يذكر القارىء ان في وسط الشبكة «البقعة الصفراء» حيث تكون الرؤية جديدة. لهذه البقعة دائرة صغيرة في الحقل الخارجي تراها في الصورة ادناه، على حدود المحاور الاربعة.

الحقلان:

اشتراك العينين معا في رؤية الشيء الواحد في وقت واحد يتم بسبب الترتيب والتركيب العضويين للشبكة البصرية وللممرات العصبية البصرية.

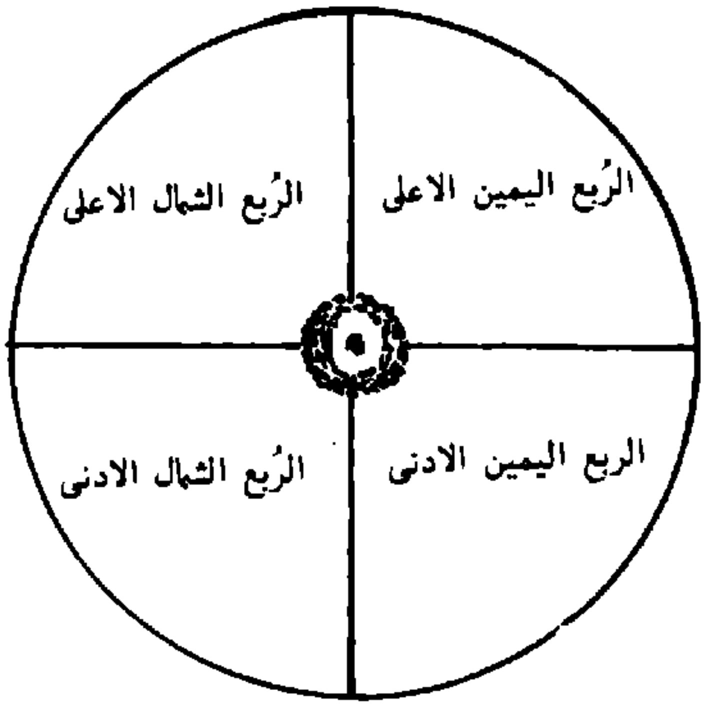
كل حقل رؤية (يمين أو شمال) يُرى في الشبكتين معا. الشيء الموجود في حقل الرؤية اليميني، مثلا، تقع صورته معكوسة على جهة الانف من شبكة العين اليمينية وعلى جهة الصدغ من شبكة العين الشمالية. والضد صحيح لشيء في الحقل الشمالي.

تخرج أوتار العصب البصري للجهتين أو النصفين (انف، صدغ) من كل عين منفصلة ولا تتحد إلا في التقاطع البصري. حين يتحد النصفان نسمي حزمة الاوتار (الممر البصري). عندئذ يكون الممر البصري ناقلا للرؤية الكاملة إما يمينا وإما شمالا. بهذا الترتيب تكون الرؤية في الحقل الخارجي للبصر (المحيط) مضبوطة

بالشق الخلاف. حقل الرؤية اليميني مضبوط من شق المخ الشمالي وهكذا يكون الفرق بين اليد مثلا والعين. اليد اليمين مضبوطة بالشق الشمال. لكن العينين معا مضبوطتان بالشق الواحد من غير احتكار أو غير تحيز. **الاحتكار** هو للحقل الخارجي لا للعين.

الصورة رقم 84 الحقل أربعة أقسام

سنحصر البحث في النصفين فقط من حقل الرؤية (يمين: شمال).



الدائرة المركزية للبقعة الصفراء

الضوء المنعكس من الدائرة المركزية في الحقل الخارجي يقع على البقعة الصفراء في العين.

النموذج أدناه يلخص ما سبق

المرئيات في الحقل البصري الشمالي الخارجي (المحيط)

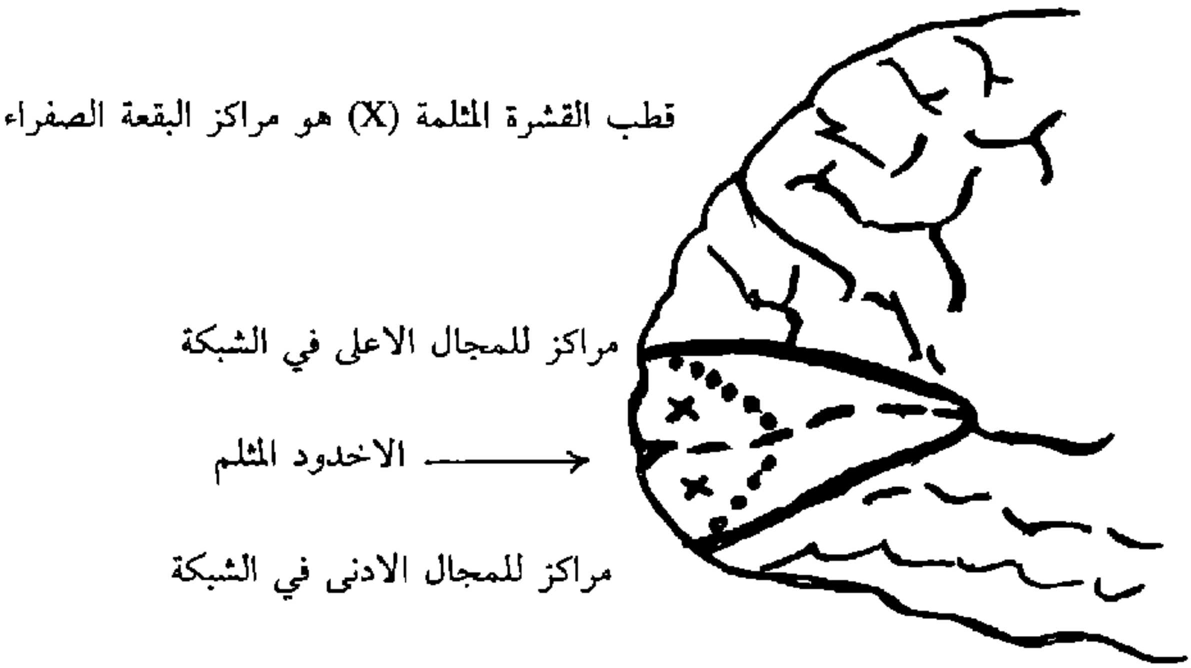
شبكة العين الشمال
قرب الانف

شبكة العين اليمين
قرب الصدغ

القشرة البصرية للشق اليمين من المخ

اذن الشق من المخ ينشغل بنصف عين من جهته (الصدغ) والنصف الثاني من العين المقابلة (جوار الانف).

الصورة رقم 85 مراكز التمثيل لمجالات الشبكة في قشرة البصر



السهم يشير الى الاخدود المثلّم. وعلى حافتيه تقع قشرة البصر الشمالية (منطقة رقم17) التي تبدو كمثلث في الصورة اعلاه. القاعدة العريضة منطقة كبيرة عند قطب القشرة (علامة X وهي تتسلم المرئيات من البقعة الصفراء البصرية. انتبه الى ان البقعة الصفراء صغيرة جدا في العين، لكن تمثيلها وجيه جدا في القشرة. مما يساعد على حدة البصر. اما بقية المثلث فهي للمجالين الحساسين في الشبكة (الادنى والاعلى). الحافة العليا (فوق الاخدود في الصورة) تضم مراكز تستقبل المعلومات من المجال الاعلى في الشبكة (أو الحقل الخارجي الاسفل). والحافة السفلى هي للمجال الادنى من الشبكة (أو الحقل الخارجي الاعلى).

الصورة رقم 86 حقلا

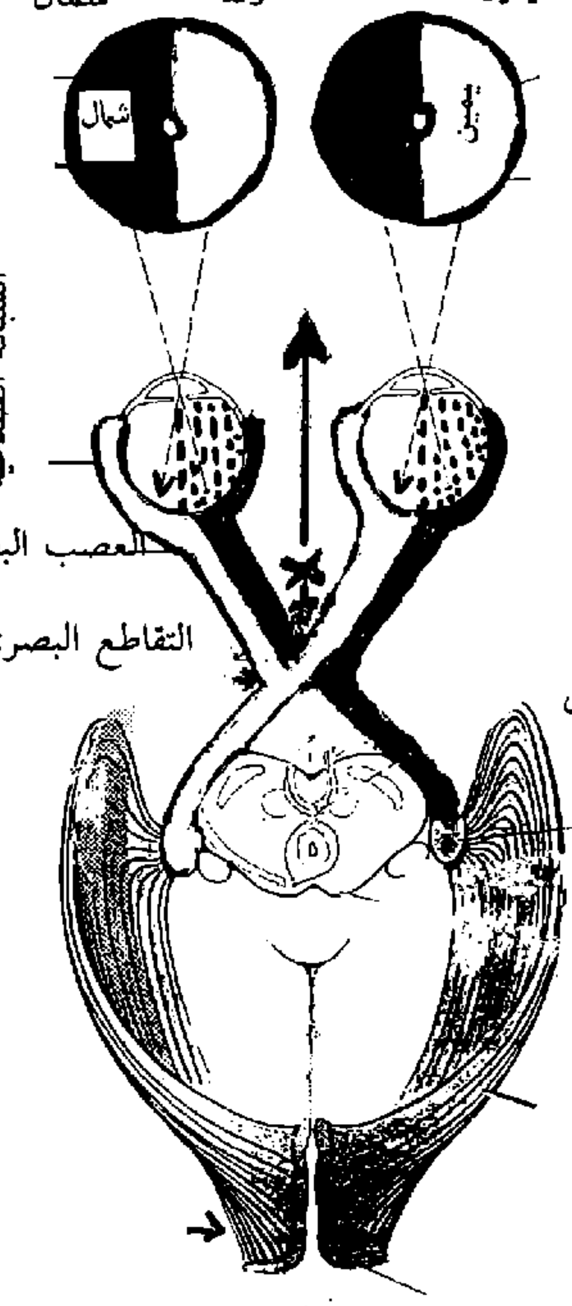
الرؤية في الخارج (المحيط)

الضوء القادم ن الحقل الخارجي من جهة الصدغ يقع على جهة الانف من الشبكة كما هو مبين والضد صحيح لضوء قادم من جهة الانف

لاحظ ان اوتار البصر القادمة من الجزء الصدغي للشبكة لا تتقاطع، وتتقاطع تلك القادمة من جوار الانف. فتكون جهة الصدغ متصلة مع جهتها من الشق.

يخرج من كل جزء من الشبكة نصف مليون وتر.

بعد التقاطع (X) تتحد الاوتار كحزمتين وتسمى عندئذ الممرات البصرية. هنالك اذن ممران، كل من مليون وتر، النصف من جوار الانف والنصف الآخر من جوار الصدغ.



حقل الرؤية نصفان منفصلان. النصف من جهة الصدغ يكمّل النصف من جهة الانف. كل عين ترعى نصفي الحلقين معا. لذلك تشترك العينان في الرؤية الكاملة للشيء الواحد معا وفي وقت واحد. وهذا اساس ما يمتاز به الانسان من «رؤية العمق» نتيجة انتقال عينيه الى الامام، ونتيجة تركيب جهازه البصري.

معنى المعكوس:

العدسة البصرية مثلها مثل اي عدسة تقلب صورة الاشياء. لذلك تقع صورة الشيء معكوسة أو مقلوبة على الشبكة وتبقى مقلوبة حين ترسلها الشبكة الى المخ. القشرة البصرية في المخ تفسر المقلوب على انه غير مقلوب. اي ان الصورة تبقى مقلوبة لكن المخ اعتاد بمشاركة حواس اخرى ان يعيد تفسير المقلوب. اذا وضعنا نظارة من مشطور، فإن المشطور يقلب الشيء قبل أن تصل الصورة الى عدسة العين التي بدورها تقلب الصورة ثانية، فتصل صورة الشيء غير مقلوبة الى الدماغ. لكن الدماغ اعتاد إعادة التفسير، لذلك سترى حقا الشيء مقلوبا وستبقى تراه مقلوبا مدة طويلة الى «ان يدرك» الدماغ خطأه!

انواع من الخلل في حاسة البصر:

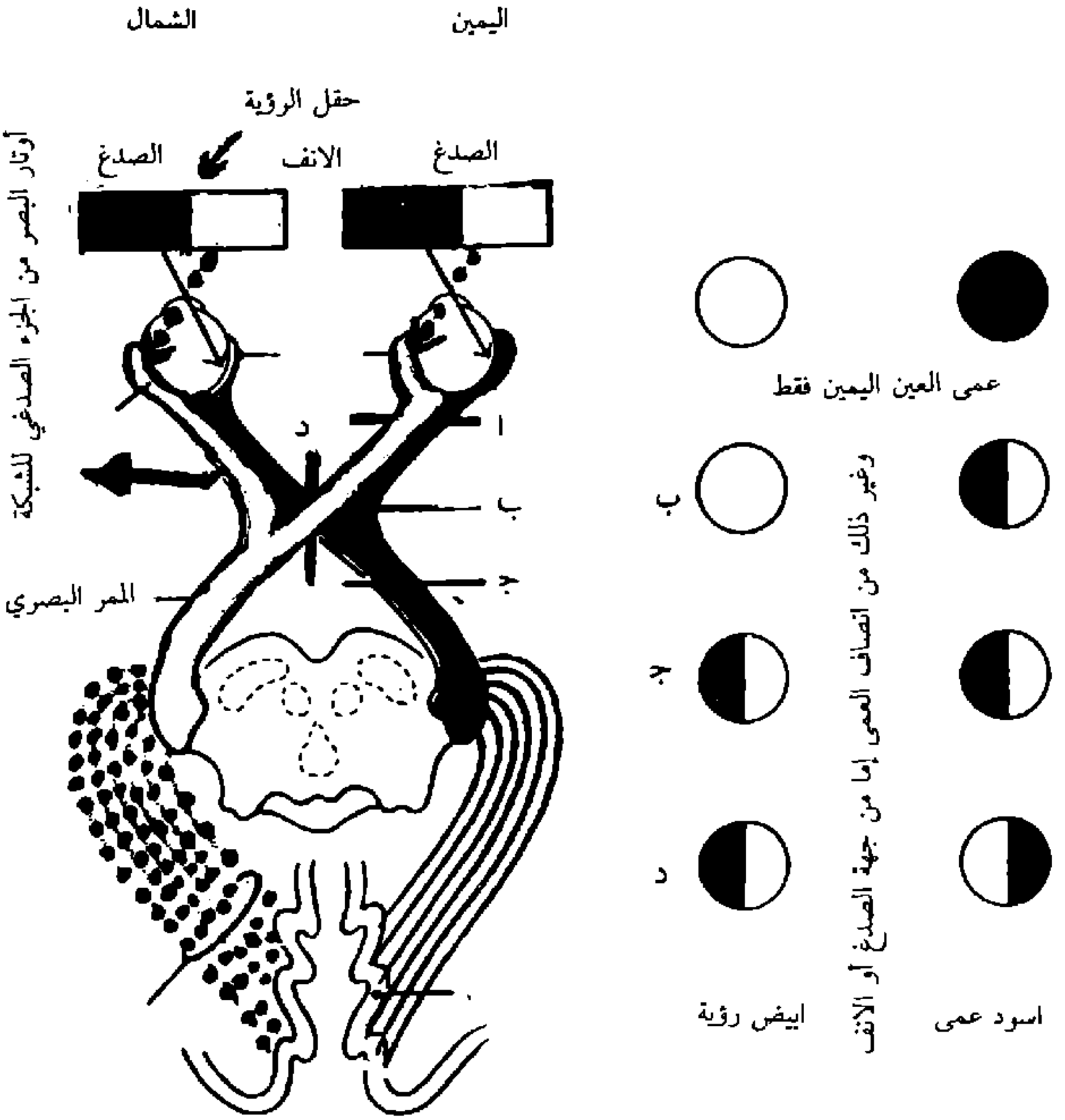
تلف مراكز البصر في شق واحد لا يسبب عمى كاملا للعين في الجهة المخالفة، بل يحدث ما يسميه العلماء «عمى نصفي» ذلك ان الشق يتسلم المعلومات من مرئيات في **الحقل البصري المخالف**، فالشق اليمين يرى الحقل البصري الشمال والشق الشمال يرى حقل البصر اليمين.

الحقل اليمين مثلا هو ما ينعكس من مرئيات واقعة على جزء الشبكة في العين اليمينية القريب من الانف وجزء الشبكة في العين الشمالية الواقع قرب الصدغ. اذن ما يهمنا هو ان الشق يتسلم معلوماته من النصف لكل عين، (انظر الصور) وهذا يفسر كيف يحتفظ الانسان ببصره حتى وان فقد جزءا كبيرا من جانب القشرة الواحدة.

العمى النصفي:

لا يعرف المصاب بعماه بل يشكو انه يصطدم دائما بالناس وبالاشياء. اذا كان الخلل في قشرة اليمين (منطقة 17) فإنه لا يرى ما في حقل بصره الشمالي فيحصل الاصطدام. اما اذا حدث الخلل في الشقين فإن العمى يكون كاملا. وهنالك مناطق اخرى في قشرة البصر يسبب تقرحها انواعاً خفيفة من الاضطرابات البصرية فلا يرى الانسان ما هو عال أو دان في مجال بصره (فوق: تحت).

الصورة رقم 87 العمى الجزئي



اشرت الى تقرحات تصيب الممرات العصبية (الخطوط الافقية مرقومة) وما تسببه من خلل في الرؤية (الدوائر على يمينك).

مراكز الادراك للفضاء والترتيب:

تنظر الى الغرفة فترى الاشياء مرتبة (هذا فوق ذاك، وذلك الشيء وراء جاره...) تدرك المقاييس والترتيب لأن وحدات الحس (كالبصر مثلا) مرتبة مكانا فتعرف الفرق في مواضع الاشياء.

ثم يميل رأسك لكن ما كان عموديا يبقى كذلك وان كانت صورته مائلة في الشبكة. ويدور رأسك فلا تدور الغرفة. للحس وحدات تعدل التغير في الترتيب الفضائي.

يغيب الشيء عنك فلا يغيب عن ذهنك. ترى الباب امامك ولكنك تعرف ان الحائط وراءك. ويتمد ادراكك الى البعيد، وتدرك معنى الفراغ.

اذن عناصر الصفة الفضائية مرتبة على مستويات:

1 ـ ادراك الحاضر وما هو امامك: القشرة البصرية في فلقة القذل تكفل لك ذلك.

2 ـ التعديل والتقويم: يعتقد العلماء ان آليات الادراك هذه موجودة في الفلقة الجبينة.

3 ـ التمثيل لمعلومات فضائية غير ماثلة امامك: ويعتقد العلماء ان لفلقة الهامة اثرا في هذا الادراك.

تقرحات في القشرة وما دونها تخل بمستوى أو آخر من الادراك وتقرحات في قرن آمون تخل بالقدرة على التوجه الفضائي.

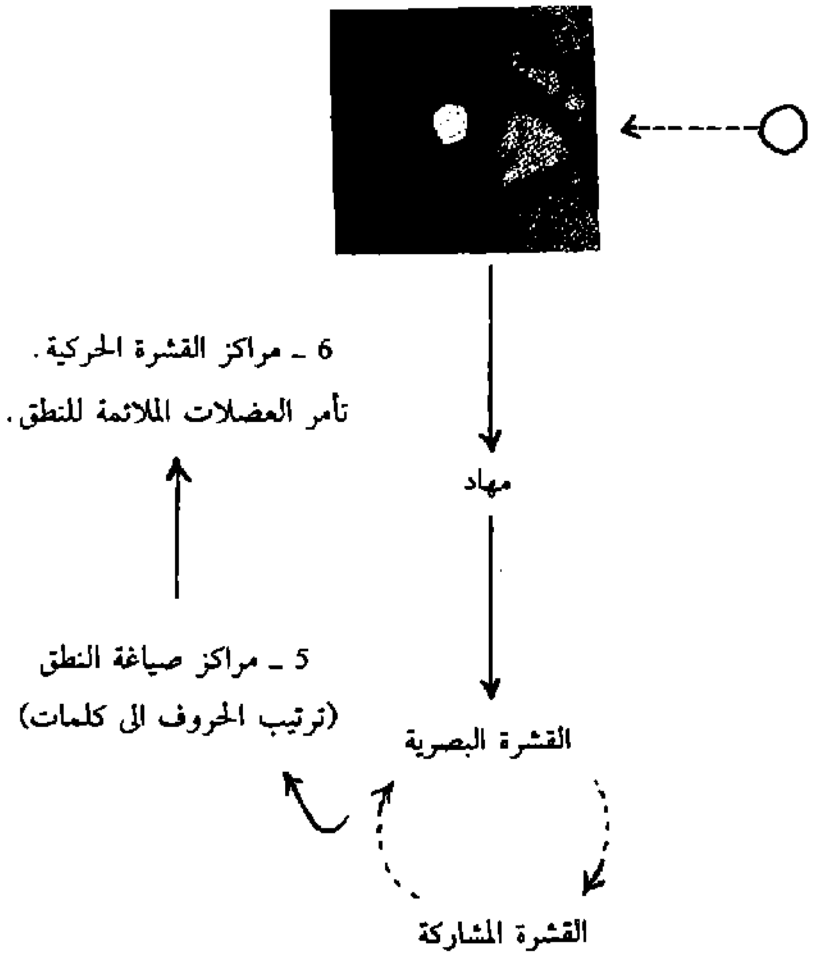
وللحس صفة زمنية:

كما تدرك ترتيب الاشياء والمقاييس والى اين وجهت اصبعك واذا تحرك طرفك (الشعور بالحركة) فإنك قادر على تقدير العنصر الزمني (التوقيت والايقاع) للنبهات من حركات.

اخيرا أوجزت لك تسلسل العمليات من رؤية الشيء الى تسميته جهرا، وما يستغرقه من وقت كلمحة البصر!

الصورة رقم 88 رسم تمثيلي لتسلسل عمليات التفسير للمرئيات

تشاهد دائرة، فتنطق باسمها اذا طلب منك ذلك. ما هو تسلسل العمليات التي تمت من الرؤية الى النطق؟ كلها تستغرق برهة من الزمن (ثوان معدودة). راجع القشرة الحسية والحركية لتحديد مواقع المراكز.



للتفسير وللمقابلة مع مشاهد سابقة فتعرف انها دائرة، وهو القرار
الذي يُرسَل الى (3) من حيث
اتى ثم ترسله (3) الى (5)

الارقام المستعملة هنا تدل على ترتيب التسلسل ولا علاقة لها بأرقام المراكز في خريطة المخ.